

# KATSAUS KOTISIRKKOJEN KASVATUKSEEN



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Mustiala, maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Kevät, 2018

Aliisa Kukkola

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Mustiala

---

<b>Tekijä</b>	Aliisa Kukkola	<b>Vuosi</b> 2018
<b>Työn nimi</b>	Katsaus kotisirkkojen kasvatukseen	
<b>Työn ohjaaja /t</b>	Katariina Manni, Eero Jaakkola	

---

## TIIVISTELMÄ

Hyönteisten käyttö elintarvikkeena on saanut huomiota myös Suomessa parin viime vuoden aikana. Hyönteisten kasvattamisesta on alettu kehittää muun muassa uutta tuotantosuuntavaihtoa maataloille. Tämän opinäytetyön tavoitteena on tuottaa perustietoa sekä käytännön yleisohjeita kotisirkkojen (*Acheta domestica*) kasvattamiseen. Toimeksiantajana opinäytetyölle on toiminut Finsect Oy, joka on hyönteismaatalouteen erikoistunut palveluyritys. Tietoa opinnäytetyöhön on kerätty hyönteisalaa käsittelevistä julkaisuista, kuten kirjoista, lehtiartikkeleista sekä tieteellisistä tutkimuksista. Käytännön perusteet kasvatustoimintaan on saatu alan toimijoiden haastattelujen ja tilavierailuiden kautta.

Työn teoriaosuus käsittelee hyönteissyönnin taustaa yleisesti eri maanosissa. Lisäksi esitellään nykyistä elintarvikehyönteisiä koskevaa lainsäädäntöä Euroopan unionin alueella ja luodaan katselmusta hyönteisalan toimijoihin niin Suomessa kuin ulkomailla. Tarkemmassa lajin ominaispiirteiden tarkastelussa keskitytään kuitenkin erityisesti kotisirkkaan. Kotisirkkan kasvatusta käsittelevissä osioissa perehdytään tuotantotilojen rakenteellisiin ja toiminnallisiin vaatimuksiin. Samalla sivutaan elintarvikeviranomaisten asettamia vaatimuksia kotimaiselle elintarvikehyönteistuotannolle. Mukana on myös koko tuotantokaaren kuvaus yleisesti eri työvaiheiden ja aikatauluineen.

Suomen olosuhteisiin soveltuvalla ohjeistuksella kotisirkkojen kasvattamiseen vaikuttaa olevan yhä enemmän kysyntää. Varsinaisen opinnäytetyön lisäksi yhteistyö toimeksiantajan kanssa jatkuu ja tavoitteena on laatia kotisirkkojen kasvatustapaohjeiden ja sen asiakkaitten käyttöön.

**Avainsanat** Kotisirkka, hyönteismaatalous, entomofagia

**Sivut** 40 sivua

Degree Programme in Agricultural and Rural Industries  
Mustiala

---

<b>Author</b>	Aliisa Kukkola	<b>Year</b> 2018
<b>Subject</b>	Survey of rearing house crickets	
<b>Supervisors</b>	Katariina Manni, Eero Jaakkola	

---

#### ABSTRACT

Consumption of insects as food has gained recently a lot of attention also in Finland. Insect rearing is planned to be an alternative line of production for farms. The aim of this thesis is to produce basic knowledge and general instructions for rearing house crickets (*Acheta domestica*). The commissioner of this thesis has been Finsect Oy, a company which is specialized in insects as food. Source material for this thesis has been collected from publications concerning insects such as books and papers. The basis to rear house crickets comes through the interviews and visits of experts in the field.

The theoretical part relates to the background of entomophagy across the continents. Additionally, the current legislation of European union concerning insects as food is introduced. We also take a look at the operators of the field of insects in Finland and abroad. The work focuses on closer examination is in house cricket. The parts dealing with rearing of house cricket are about production area and its functions. Also, the requirements of Food Agency are noticed. The general production of house crickets, stages of operation and schedules are included in the thesis.

Proper instructions for rearing house crickets in Finnish circumstances are in demand. In addition to this thesis, the cooperation with Finsect Oy continues. The aim is to draw up a practical guide of rearing house crickets. The guide will be accessible to the company and its clients.

**Keywords** House cricket, insect farming, entomophagy

**Pages** 40 pages

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	4
2	HYÖNTEISET ELINTARVIKKEENA .....	5
2.1	Elintarvikelainsäädäntö .....	6
2.1.1	Uusielintarvikeasetus .....	7
2.2	Elintarvikekelpoiset hyönteiset .....	8
2.3	Toimintaympäristön kuvaus .....	9
2.3.1	Hyönteistalous kansainvälisesti .....	9
2.3.2	Hyönteistalous Suomessa .....	11
3	KOTISIRKKA ( <i>ACHETA DOMESTICUS</i> ) .....	13
3.1	Yleiskuvaus .....	13
3.2	Elinympäristö ja levinneisyys .....	14
3.3	Ravinto .....	15
3.4	Elinkaari .....	15
3.5	Sairaudet ja loiset .....	17
3.6	Ravintoarvot .....	18
4	SIRKKAAMON PERUSTAMINEN .....	20
4.1	Aloituskustannuksia .....	21
4.2	Kasvatustilan rakenteellinen toteutus .....	21
4.3	Kasvatusvälineet .....	23
4.4	Kasvattamon olosuhteet .....	25
4.4.1	Lämpötila .....	25
4.4.2	Ilmanvaihto .....	26
4.4.3	Kosteus .....	26
4.4.4	Valaistus .....	26
5	KOTISIRKKOJEN KASVATTAMINEN .....	27
5.1	Päivittäiset hoitotoimenpiteet .....	27
5.1.1	Ruokinta ja vesi .....	28
5.1.2	Hygieniä .....	30
5.2	Emokanta ja uudistus .....	31
5.3	Lopetus .....	32
5.4	Kauppakunnostus .....	32
5.5	Työturvallisuus .....	34
5.5.1	Ergonomia .....	34
5.5.2	Altisteet .....	35
6	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	36
	LÄHTEET .....	37

## 1 JOHDANTO

Hyönteisravinnon mahdollisuuksista elintarvikekäyttöön on käyty runsaasti keskustelua viime vuosien aikana. Aihe on herättänyt kiinnostusta niin tutkijoiden, tuottajien kuin kuluttajienkin keskuudessa. Kestävän kehityksen korostunut merkitys yhteiskunnassa on asettanut uusia vaatimuksia myös elintarviketuotannolle ja siitä aiheutuville päästöille. Mm. YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestö (FAO) on tutkinut hyönteisravinnon tuomia mahdollisuuksia eri puolilla maapalloa ja tuonut esille alan lukuisia mahdollisuuksia vähentää päästöjä ja hyödyntää mm. teollisuuden sivuvirtoja. Hyönteistalouden ollessa nyt ajankohtaista, tarvitaan lisää tutkimuksia, ohjeistusta ja kokeiluja, jotta voimme mahdollisimman tehokkaasti soveltaa tätä länsimaille uutta alaa käytännössä.

Aihevalintani juontaa vuoden 2016 syksyyn, jolloin ensimmäisen kerran tutustuin hyönteiselintarvikealaan ja hyönteislajeista erityisesti kotisirkkaan (*Acheta domestica*). Hyönteisten kasvattaminen elintarvikkeeksi vaikutti jo tuolloin kiinnostavalta lisältä maatalousyrittäjän toimeentulorakentamiseen. Kotisirkkojen kasvattaminen alkoi tuntua realistiselta vaihtoehdolta myös omaan tulevaan liiketoimintaan. Olen lähtöisin kasvinviljelyyn suuntautuneelta maatilalta, joka nykyisten kriteerien valossa on pienehkö. On ollut selkeää, että kasvinviljelyn rinnalla tulee aloittaa muuta liiketoimintaa, jotta maatila voisi pärjätä. Hyönteisten kasvatus elintarvikkeeksi vaatii uuden alan omaksumista ja kokeilevaa otetta, se on sellainen suunta, joka voisi sopia nykyiseen ja tulevaan maatalouteen.

Toimeksiantajana työlle toimii Finsect Oy, joka on vuodesta 2015 lähtien toiminut yritys. Yrityksen perustivat tuolloin maa- ja metsätaloustieteitä opiskelleet Lauri Jyllilä ja Sami Lähde. Toimenkuvana heillä on olla palveluyritys, joka pyrkii kehittämään hyönteisten kautta maataloille uutta liiketoimintaa. Olin jo valmistautunut toimimaan itseni toimeksiantajana, kunnes haastattelun yhteydessä ilmeni Finsect Oy:n tarvitsevan kotisirkkojen kasvatusopasta. Opinnäytetyöhöni olen koonnut yleisiä perusteita kotisirkkojen kasvatuksesta. Varsinainen kasvatusopas yrityksen käyttöön toteutetaan alkukesän aikana 2018. Kotimaisia kasvatusoppaita ei ole toistaiseksi tarjolla, kuitenkin hyönteistaloutta käsittelevää kirjallisuutta on tarjolla.

Työni tavoitteena on tutustua kirjallisuuden ja alan toimijoiden haastattelujen kautta kotisirkkojen kasvatukseen ja koota tietoa aiheesta yhteen. Työssäni käsittelen yleisesti hyönteisten syöntiä kulttuurin ja lainsäädännön näkökulmasta, lopulta pyrin kuvaamaan kotisirkkojen onnistunutta kasvatusta sekä kasvatustilojen perustamista.

## 2 HYÖNTEISET ELINTARVIKKEENA

Hyönteisten käyttöä ruuaksi kutsutaan entomofagiaksi. Vuosisatojen ajan eri puolilla maailmaa ihmiset ovat käyttäneet hyönteisiä eri muodoissa ravinnokseen. Vaikka hyönteiset ovat kuuluneet säännöllisenä osana suuren väestönsä, arviolta 2 miljardia, ruokavalioon, on niiden tarkoituksenmukainen kasvattaminen ravinnoksi ollut harvinaisempaa, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Poikkeuksia voidaan katsoa olevan mm. mehiläiset ja silkkiperhoset. (Van Huis, Van Itterbeeck, Klunder, Mertens, Halloran, Muir & Vantomme 2013, 1.)

Historian valossa hyönteisten käyttö ihmisravintona on ollut tavanomaista erityisesti trooppisissa maissa. Van Huisin (2017, 34) mukaan hyönteisten runsas käyttö tropiikissa on selitettävissä hyönteisten helpolla saatavuudella vuoden ympäri, niiden suurella koolla, ihmisten luonnonläheisyydellä sekä sillä, että länsimaissa hyönteisten syöntiä ei ole perinteisesti juuriakaan arvostettu. Poikkeuksia kuitenkin löytyy myös länsimaalaisten entomofagiasta, jolloin perusteena hyönteisten ruokakäyttöön on pääasiassa ollut intressi vähentää jotakin tiettyä runsaslukuista hyönteistä. Esimerkkinä voidaan mainita saksanturilas (*Melolontha* spp.), joka oli merkittävä tuhohyönteinen maa- ja metsätaloudessa Ranskan ja Saksan alueella, ajalla ennen teollistumista. (Van Huis & Tomberlin 2017, 34.)

Hyönteistalous on kuitenkin vielä suhteellisen nuori tuotantoala länsimaissa kulttuurissa. Uudet elintarvikkeet ja niiden tuottaminen tehokkaasti vaativat paljon tutkimuksia ja kenttäkokeita toimiakseen mahdollisimman turvallisesti ja tehokkaasti. Suomi on maatalouden kannalta haastava alue maantieteellisesti. Osissa maitamme mm. pohjoinen sijainti ja arvaamatomat sääolosuhteet saattavat rajoittaa viljelykasvien tuotantoa. Hyönteisten kasvattamisen arvellaan olevan kasvava tuotantosuunta olemassa oleville maataloille. Tuotanto- ja kustannustehokasta olisikin oppia hyödyntämään tällöin maataloudesta syntyviä sivuvirtoja ja tuottaa laadukkaita elintarvikehyönteisiä kotimaisella rehulla (Heiska & Huikuri 2017, 8).

Hyönteisten käyttö elintarvikkeeksi on saanut paljon huomiota kuluneen kymmenen vuoden aikana. Eri organisaatiot, kuten mm. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), ovat julkaisseet raportteja hyönteisten potentiaalisesta käytöstä ravinnoksi. Voimakkaasti kasvava ravinnon tarve maapallolla on nostanut hyönteiset esille mahdollisena uutena maatalouden toimintamuotona (Taulukko 1). Erityisesti muutama viime vuosi on ollut hyönteisravinnon kannalta murrosaikaa, jolloin myös EU-maissa alettiin käydä vilkkaammin keskustelua vaihtoehtoisesta valkuaisravinnon tuottamisesta. (Maa- ja metsätalousministeriö 2017b.) Suomessa Fazer lanseerasi vuoden 2017 loppupuolella sirkkaleivän, joka oli myynnissä valikoiduissa myyntipisteissä pääkaupunkiseudulla. Leivän tai kinaan oli käytetty jauhettuja kotisirikkoja (Fazer n.d.).

Taulukko 1. Vertailuun on käytetty mm. kestävään kehitykseen vaikuttavia tekijöitä (Heiska & Huikuri 2017, 8).

	Jauhopukki	Sirkat	Siipikarja	Sika	Nauta	Lähde
Ravinnoksi kelpaava osuus (%) ruumiin massasta	-	80 %	55 %	55 %	40 %	van Huis et al., 2013
Rehunkäytön tehokkuus (kg ravinnoksi kelpaavaa osaa / kg kulutettua rehua)	-	2,1	4,5	9,1	25	van Huis, 2013
Tuotannossa vapautuvien kasvihuonekaasujen määrä kasvua kohden (g/kg)	7,58	1,57	17,72	1330	2850	Ooninx, 2010
Ammoniakkipäästöt kasvunlisäystä kohden (mg/vrk/kg)	1	142	-	1920	-	Ooninx, 2010
Ilmastonlämpenemisvaikutus tuotantoa kohden (kg CO <sub>2</sub> eq)	2,65	-	2,67	3,87	12,51	van Huis et al., 2013
Tuotannon energiankulutus kasvunlisäystä kohden (MJ/kg)	173	-	151	240	275	van Huis et al., 2013
Pinta-alan tarve tuotantoa kohden (m <sup>2</sup> /kg)	18	-	51	63	254	Ooninx, 2012
Vedenkulutus tuotettua proteiinia kohden (l/g)	-	2	34	57	112	Pimentel and Pimentel 2003; van Huis et al. 2013

## 2.1 Elintarvikelainsäädäntö

Elintarvikelainsäädäntö on kehitetty, jotta pystyttäisiin mahdollisimman hyvin varmistamaan elintarvikkeiden turvallisuus ja niistä kuluttajille jaettavan tiedon oikeellisuus. Euroopan yhteisö vastaa suurimmasta osasta elintarvikelainsäädäntöä ja se on voimassa kaikissa jäsenmaissa. Tämän lisäksi Suomessa on voimassa kansallinen elintarvikelaki ja lukuisia asetuksia, joiden avulla lainsäädäntöä pystytään täsmentämään tarkemmin. Kansallinen elintarvikelainsäädäntö kuuluu maa- ja metsätalousministeriön vastuulle. (Evira 2016.)

Suomessa Evira (Elintarviketurvallisuusvirasto) on laatinut ensimmäisen kerran 1.11.2017 voimaan tulleen hyönteisten kasvattamista, myymistä ja tarjoilua koskevan kattavan ohjeistuksen. Ohje koskee niin elintarvikevalvontaviranomaisia, kasvattajia kuin hyönteiselintarvikkeita valmistavia yrityksiä. Evira julkaisi 16.3.2018 uuden version hyönteisalaa koskevasta ohjeistuksesta. Suomessa sallitaan ainoastaan kokonaisten hyönteisten käyttö, käytännössä tämä tarkoittaa, ettei hyönteisistä saa poistaa mitään osia myynnin yhteydessä.

Hyönteistuottajat rekisteröityvät muiden elintarvikealojen tavoin elintarvikealan toimijoiksi ja kuuluvat elintarvikelainsäädännön ja -valvonnan piiriin. Hyönteisalan toimijat vastaavat, että heidän tuottamansa ja myymänsä elintarvikkeet ovat turvallisia. Turvallisuuden lisäksi on huolehdittava toki myös hygieniasta ja riittävistä pakkausmerkinnöistä. (Evira 2017.)

### 2.1.1 Uuselinarvikeasetus

Elintarvikemarkkinoille tuodaan vilkkaasti tarjolle uusia tuotteita ympäri maailmaa. Jatkuvasti uudistuva elintarvikevalikoima asettaa haasteita niiden käyttöturvallisuuden arvioimiselle, erityisesti EU:n ulkopuolelta tulevien elintarvikkeiden osalta. Pääsääntöisesti elintarvikkeiden turvallisuus on perustunut niiden pitkään käyttöhistoriaan. Kuluttajien, tutkijoiden sekä lainsäätäjien keskuudessa huolta on aiheuttanut mm. eksoottisten elintarvikkeiden käyttöturvallisuus. (Evira 2018b.) Tämän seurauksena EU:n alueella tuli vuonna 1997 voimaan Euroopan parlamentin ja neuvoston uuselinarvikeasetus (EY) N:o 258/97. Asetuksella säädetään uuselinarvikkeiden tai elintarvikkeiden uusien ainesosien markkinoille saattamista. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 258/97.)

Uuselinarvikkeiksi määritellään elintarvikkeet, joita ei ole käytetty merkittävässä määrin EU:n alueella ennen 15.5.1997. Asetuksen tavoitteena on varmentaa uusien elintarvikkeiden, elintarvikelähteiden tai valmistusmenetelmien turvallisuus. Asetuksen piiriin kuuluvat elintarvikkeiden eläimistä peräisin olevat ainesosat. (Maa- ja metsätalousministeriö 2017a.)

Uuselinarvikeasetusta ryhdyttiin tarkastelemaan uudelleen, jolloin sitä päädyttiin tarkentamaan ja uudistamaan. Asetuksen korvaava uusi uusielintarvikeasetus (EU) 2015/2283 astui voimaan 31.12.2015, täysmääräisesti asetusta sovelletaan kuitenkin vasta alkaen 1.1.2018. Käytännössä uutta uudistetussa asetuksessa on keskitetty lupamenettely, helpotettu ilmoitusmenettely EU:n ulkopuolisista maista tuleville elintarvikkeille, EU:n luettelo hyväksytyistä uuselinarvikkeista sekä mahdollisuus tietosuojaan. (Evira 2018b.) Uuden lainsäädännön avulla pyritään tehokkaampaan lupamenettelyyn, jonka ansiosta elintarvikealan innovatiiviset ratkaisut helpotuisivat. Kuluttajille pystytään tarjoamaan laajempaa elintarvikevalikoimaa, kuitenkin vaarantamatta turvallisuutta (Euroopan komissio 2016).

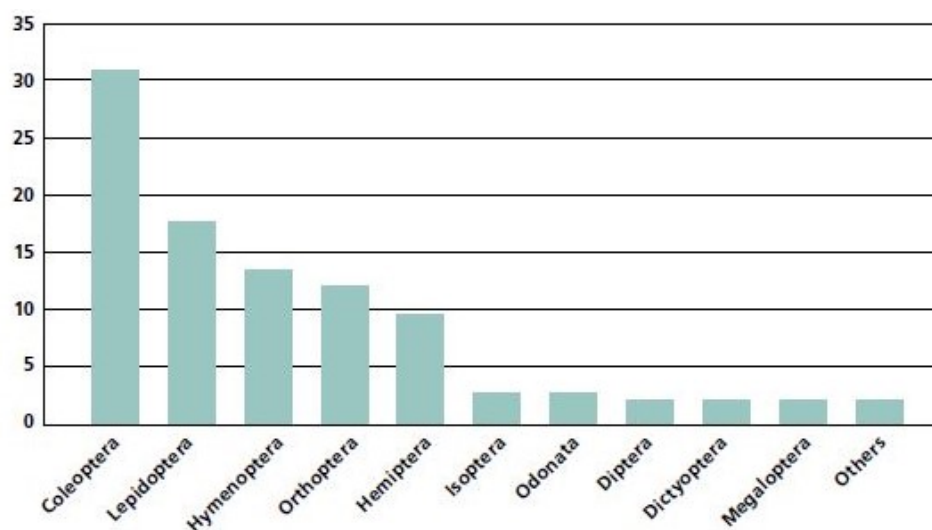
Hyönteisten pääsy kotimaan elintarvikemarkkinoille varmistui, kun Maa- ja metsätalousministeriö julkaisi 20.9.2017 tiedotteen, jonka mukaan Suomi muuttaa EU:n uuselinarvikeasetuksen tulkintaa niin, että hyönteisten kasvattaminen ja myyminen elintarvikkeena sallitaan Suomessa. Tällä hetkellä on voimassa siirtymäaika, joka kestää vuoden 2018 loppuun saakka. Tämä tarkoittaa sitä, että 1.1.2019 lähtien markkinoilla saavat olla vain sellaiset hyönteislajit, joista on siihen mennessä jätetty uuselinarvikelupahakemus Euroopan komissiolle. (Evira 2018a.)

Ministeriön sallivan päätöksen taustalla on kuluttajien kasvanut mielenkiinto hyönteisiin elintarvikkeena, lisäksi alalla jo olevien toimijoiden voimakas lobbaus asian hyväksi on vauhdittanut uutta alaa koskevia päätöksiä. Elintarvikeviranomaiset puolestaan haluavat hyönteistalouden elintarvikevalvonnan piiriin, jotta turvalliset elintarvikkeet pystytään paremmin takaamaan.



## 2.2 Elintarvikekelpoiset hyönteiset

Hyönteiset kattavat arviolta 66% maapallon tunnetuista eläinlajeista (van Huis & Tomberlin 2017, 62). Ihmisravinnoksi kelpaavia hyönteislajeja arvioidaan maailmassa olevan yli 2000. Arvio ei ole kovin tarkka, sillä eri puolilla maailmaa samoista lajeista saatetaan käyttää kielestä riippuen eri nimitystä. Maissa, joissa hyönteisiä on perinteisesti käytetty elintarvikkeena, tunnetaan syömäkelpoiset lajit pääsääntöisesti vanhan perimätiedon perusteella. Tieteellisten tutkimusten edetessä myös lajitietämys syötävistä hyönteisistä tulee kasvamaan ja tarkentumaan. (Huldén 2015, 87.) Maailmanlaajuisesti tarkasteltuna suosituimpia hyönteisiä ravinnoksi ovat kovakuoriaiset (*Coleoptera*), toukat (*Lepidoptera*), pistiäiset (*Hymenoptera*) sekä neljänentenä isona ryhmänä suorasiipiset (*Orthoptera*). (Van Huis ym. 2013, 10.) Ruokahyönteisten prosentuaalisia käyttömääriä on tutkittu mm. Yhdistyneiden kansakuntien elintarvike- ja maatalousjärjetön toimesta (Kuva 1).



Kuva 1. Kovakuoriaiset ovat käytetyin ruokahyönteisten ryhmä (van Huis ym. 2013, 10).

Siitäkin huolimatta, että syötäväksi kelpaavia hyönteislajeja on olemassa hyvin runsaslukuisesti (Kuva 2), vain murto-osaa varsinaisesti kasvatetaan ravinnoksi. Yleisimpiä kasvatettavia hyönteislajeja ovat kotisirkat (*Acheta domestica*), jauhopukin (*Tenebrio molitor*) toukat sekä mustasotilaskärpäs (*Hermetia illucens*) toukat. Edellä mainitut lajit soveltuvat massakasvatukseen. Massakasvatukseen on valikoitunut lajeja, joiden ominaisuudet lisääntymiskapasiteetin, kasvunopeuden ja tilantarpeen suhteen ovat sopivia. Tällöin tuotantokustannukset ovat helpommin hallittavissa ja tuotannon tasainen jatkuvuus voidaan taata. Toki myös hyönteisen ominaismaku on yksi vaikuttavista tekijöistä, toisaalta siihen vaikuttaa merkittävän paljon myös hyönteisen ruokinta (Nordling 2018, 52; Heiska & Huikuri 2017, 13).



Kuva 2. Värät kartalla kuvaavat maakohtaisesti syötävien hyönteislajien kappalelukumäärää (van Huis ym. 2013, 9).

## 2.3 Toimintaympäristön kuvaus

Hyönteisalan toimintaympäristö on kasvanut nopeasti muutaman viime vuoden aikana, niin Suomessa kuin ulkomaillaakin. Alalle on tullut lisää toimijoita niin kasvattajien, aloittavien kasvattajien kuin kuluttajienkin sektoreille. Marraskuun lopulla Yle (2017) uutisoi hyönteisruoka-alan saaneen oman yhdistyksen. Yhdistys tarjoaa alalle omaa informaatiokanavaa sekä pyrkii tukemaan hyönteisruoka-alalla toimivia. Yhdistyksen on tarkoitus järjestää erilaisia tapahtumia, olla mukana sopimassa alan laatustandardeista ja käydä keskustelua päättäjien ja viranomaisien kanssa. Mukana yhdistyksen toiminnassa tällä hetkellä ovat Muurahaiskauppa Aitoa, Hujanen Group Finland, Eco-Chef, Entocube ja Griinsect. Yhdistyksen toiminta on kuitenkin vielä alkutekijöissään ja vasta järjestäytymässä.

Pohjoismaista tutkimusyhteistyötä kehittämään ja kiertotalouskysymysten ratkaisemiseksi on perustettu monitieteinen asiantuntijaverkosto, Network on Insects in the Circular Economy (NICE). Verkosto järjestää seminaareja ja kokouksia, joissa käsitellään hyönteisalan tutkimusten viimeisimpiä tuloksia. Verkostoon kuuluu pohjoismaisia tutkimuslaitoksia ja yliopistoja. (Heiska & Hukuri 2017, 37.) Suomessa Luonnonvarakeskus (Luke) on aktiivisesti mukana tutkimassa ja kehittämässä hyönteistaloutta.

### 2.3.1 Hyönteistalous kansainvälisesti

Trooppisissa maissa, kuten esimerkiksi Thaimaassa, hyönteisten kasvatus on yleistä. Siellä arvioidaan olevan noin 20 000 kasvattamoa (Kuva 3), joiden vuosituoton yhteenlaskettu summa on keskimäärin noin 7500 tonnia,

yksittäisen sirkkakasvattamon keskituotos on suunnilleen 350 kg vuodessa (Heiska & Hukuri 2017, 39). Hyönteisiä kasvattamalla pystytään kotitaloudelle hankkimaan lisätuloja, useimmiten perheiden naiset ja lapset ovatkin suuressa roolissa hyönteisfarmien ylläpidossa. Hyönteisten kaupallinen kasvattaminen on kehittynyt maassa muutaman vuosikymmenen aikana, kehitystä ovat tukeneet yliopistotutkimukset sekä yksityiset elintarvikesektorin yhtiöt. Thaimaassa kasvatetaan yleisesti mm. kahta eri sirkkalajia, kaksitäpläsirkkaa (*Gryllus bimaculatus*) sekä kotisirkkaa (*Acheta domesticus*). Kaksitäpläsirkkaa alueella esiintyy luonnostaan, mutta kotisirkan suosio perustuu sen helppoon tarhattavuuteen, lisäksi kotisirkan maku koetaan miellyttävänä. (Van Huis ym. 2013, 101 – 102, 105.)



Kuva 3. Valtaosa thaimaalaisista kasvattamoista on maaseudulla sijaitsevia perheyriä (Heiska & Hukuri 2017, 40).

Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa ruoka- ja rehuhyönteisalan yritysten määrä kasvaa nopeasti. Suurimmalla osalla yrityksistä toimintaa on ollut alle viisi vuotta, joten ala on yleisestikin ottaen länsimaissa nuori. Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa on muutamia nopeasti kasvavia toimijoita (Heiska & Hukuri 2017, 35). Taulukkoon 2 on koottuna joitakin hyönteiselintarvikealan Länsimaisia yrityksiä Suomen ulkopuolelta. Taulukon yritykset ovat päässeet nopeaan kasvuun pääasiassa yksityisten tai julkisten rahoittajien starttirahalla, tiedepalkinnoilla ja apurahoilla. Lisäksi mukana on yrityksiä, jotka ovat onnistuneet keräämään riittävän pääoman joukkorahoitusten avulla uusien tuotteiden kehittämiseen.

Koulutustarjontaa alalle ollaan kehittämässä lisää. Euroopassa hyönteiselintarvikealaan liittyviä kursseja, luentoja sekä laboratoriokokeita on tarjolla Wageningen-yliopistossa sekä Has Den Bosch-ammattikorkeakoulussa Hollannissa (Heiska & Hukuri 2017, 36). Myös Suomessa on ryhdytty järjestämään hyönteiselintarvikealan koulutusta mm. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun ja Kouvolan Aikuiskoulutuskeskuksen yhteisellä Sirkkaa so-passa-hankkeen myötä (Kouvolan Aikuiskoulutuskeskus n.d.).

Taulukko 2. Eurooppalaisia sekä Pohjois-Amerikkalaisia ruoka- ja rehuhyönteisalan yritysten määrä on ollut kasvussa. Taulukon tiedot ovat Luonnonvara- ja biotalouden tutkimuksesta (2017).

Yritys	Perustamisvuosi	Kotimaa	Toiminta	Tuotteet
Protix Biosystems	2009	Alankomaat	Pyrkii hyödyntämään ruokahävikkiä sekä elintarvikesivuvirtoja.	Rehut, proteiinit, lipidit, lannoitteet ja kitiini. Mustasotilaskärpänen, sirkka, jauhomato.
Ynsect	2011	Ranska	Erikoistunut jauhomadon kasvatusteknologian kehittämiseen ja hyönteisten tuottamiseen.	Rehut, lipidit, kitiini ja lannoitteet.
Insect Europe	2013	Alankomaat	Kotisirkkatuotanto ja naposteltavat elintarvikkeet.	Tuotemerkki Delibugs.
Entomo Farms	2013	Kanada	Sirkkojen kasvatusta. Toimittaa myös Euroopan markkinoille.	Sirkkatuotteet, joista tärkeimpänä sirkkajauhe.
Aspire Food Group	2013	USA	Kaupallisen kokoluokan tuotantolaitos USA:ssa, pilottilaitokset Meksikossa ja Ghanassa.	Sirkkajauhe, paahdetut sirkat. Tuotemerkki Aketta.
All Things Bugs	2011	USA	Hyönteistuotannon kehittäminen, kestävä elintarvike.	Lisäravinteet, sirkkapulveri. Tuotemerkki Griopro.

Maailmalla on useita hyönteisalaa edistäviä organisaatioita. International Platform of Insects for Food and Feed (IPIFF) hyönteisalan edistämistä ja edunvalvontaa varten perustettu organisaatio Euroopassa. IPIFF:n tavoitteena on edistää hyönteisistä saatujen elintarvikkeiden käyttöä elintarvikkeina ja rehuina. Dutch Venik on järjestö hollantilaisille hyönteistuottajille. Järjestö pyrkii edistämään hyönteisalan tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoimintaa. Iso-Britanniassa hyönteistoimialan kehitys ja edunvalvontaa edesauttamaan on perustettu verkosto, Wowen Network. Pohjois-Amerikassa The North American Coalition for Insect Agriculture (NACIA)-järjestö pyrkii rakentamaan yhteistyötä hyönteisalan tuottajien, toimialan ja sitä valvovien viranomaisten välille. Nordic Food Lab taas toimii Kööpenhaminassa, paikallisen yliopiston yhteydessä. Järjestön tavoitteena on uusien raaka-aineiden, tekniikoiden ja tapojen luominen kulinarististen tuotteiden esille tuomiseksi. (Heiska & Hukuri 2017, 36 – 37.)

### 2.3.2 Hyönteistalous Suomessa

Suomessa hyönteisalan toimintaympäristö on vielä tuoretta, ala hakee vielä omaa asettumispaikkaansa. Finsect Oy:n Lauri Jyllilä arvioi Suomessa olevan tällä hetkellä noin 30 elintarvikehyönteiskasvattamo. Maantieteellisesti kasvattamoja on Pohjanmaan, Itä-Suomen, Etelä-Suomen, Varsinais-Suomen, Satakunnan sekä Pirkanmaan alueella. Suomen Tietotoi-

misto kirjoittaa Maaseudun Tulevaisuuden artikkelissa (23.9.2018) kiinnostusta hyönteistoiminnan aloittamiseen olevan kasvavissa määrin. Erityisesti lainsäädännön vapautuminen on aiheuttanut ns. kysyntäpiikin niin tuottajien kuin kuluttajien keskuudessa. Ensimmäiset alan konsultointiin ja tutkimukseen tähtäävät yrityksetkin on perustettu vain muutamia vuosia sitten. Näitä Suomessa pioneereina toimineita yrityksiä ovat mm. EntoCube Oy (2014), Finsect Oy (2015) sekä Nordic Insect Economy/Pohjolan Hyönteistalous Oy (2014). Edellä mainitut yritykset ovat olleet aktiivisesti mukana erilaisissa hankkeissa syötäviin hyönteisiin liittyen.

Entocube Oy (2014) on tällä hetkellä yksi Pohjoismaiden ruokahyönteisten kasvatukseen keskittynyt yritys. Yritys tunnetaan kehittämästään sirkkojen kasvatuskonttijärjestelmästä. Tämän lisäksi Entocube on hiljattain lanseerannut Samu-tuotemerkin, jonka alla yritys myy sirkoista valmistettuja elintarvikkeita. Entocuben kautta aloittava hyönteiskasvattaja voi hankkia hyönteisten aloituskannan ja tuotantovälineet. Aiemmin, ennen hyönteiskasvatuksen laillista vapautumista, Entocube myi mm. kotisirkkoja sisältävää purkkia keittiösomisteena. (Entocube 2017; Nordling 2018, 52 – 53.)

Finsect Oy (2015) on muutaman vuoden hyönteisalalla toiminut palveluyritys. Yrityksen tavoitteena on edistää hyönteismaatalouden kasvua ja tarjota suomalaisille maatilayrityksille apua uuden elinkeinon kehittämisessä. Yritys tekee konsultointi- ja kasvatustyötä hyönteisalalla ja on pyrkinyt kannustamaan uusia kasvattajia mukaan toimintaan. Finsect myy tuotajapakettia, jonka avulla uusi kasvattaja pääsee alkuun hyönteisten tuottamisessa, aloituspakettiin kuuluu myös opastus alkuun pääsemiseksi. (Finsect 2017; Nordling 2018, 52 – 53.) Kuluvin vuoden maaliskuussa Maaseudun Tulevaisuus uutisoi Finsect Oy:n ostaneen hyönteistuotteita valmistavan Griinsect Oy:n. Yhteistyön tavoitteena on luoda lisää kestävyyttä ja pitkäjänteisyyttä hyönteisalan markkinoilla toimimiseen. (Kuivalahti 2018.)

Nordic Insect Economy, suomeksi Pohjolan Hyönteistalous, on keskittynyt pääasiassa hyönteisten kasvatukseen tarvittavan teknologian kehitykseen sekä hyönteisraaka-aineen jatkojalostukseen. Hyönteisalan yrityksistä se on Suomen ensimmäinen. Tällä hetkellä yritys on mukana toteuttamassa Loviisaan elintarvikehyönteisiä kasvattavaa tehdasta. Tehtaasta on tavoitteena rakentaa Euroopan suurin yksittäinen tämän alan tehdas. Yritys toimittaa tehtaan tuotantolaitteiston sekä ostaa, jatkojalostaa sekä jakelee hyönteiset eteenpäin elintarviketeollisuuden käyttöön. (Nordling 2018, 52 – 53.)

Hyönteisten kasvattaminen koetaan potentiaalisena vaihtoehtona mm. Suomen maataloilla. Maatalouden pitkään jatkunut huono kannattavuus on kannustanut erityisesti pienien ja keskikokoisten maatilojen yrittäjiä etsimään uusia tuotantovaihtoehtoja. Hyönteisalalla alkuinvestoinnit eivät nouse kovin korkeiksi, joten taloudellinen riski jää suhteellisen pieneksi.

Hyönteiskasvattamon perustamiseksi pystytään hyödyntämään jo olemassa olevia maatilan rakennuksia. Ylen vuonna 2016 tehdyssä haastattelussa hyönteisialalle ryhtynyt maatalousyrittäjä toteaa kustannuksia syntyneen lähinnä kasvattamotilan lisäeristeistä. Tarkemmin kasvattamon aloituskustannuksia käsitellään kappaleessa 4.2.

### 3 KOTISIRKKA (*ACHETA DOMESTICUS*)

Elintarvikekelpoisia hyönteislajeja on olemassa kaikkiaan hyvin runsaslukuisesti. Tässä opinnäytetyössä keskityn kuitenkin esittelemään tarkemmin vain kotisirkan (*Acheta Domesticus*). Erilaiset sirkka- ja hepokattilajit ovat yksi suosituimmista ravintohyönteisistä. Kotisirikkoja on kasvatettu jo entuudestaan mm. lemmikkieläinteollisuuden käyttöön. Sirkat koetaan tuottoisiksi nopean lisääntymiskykynsä ansiosta, lisäksi niiden kasvattaminen vaatii melko vähän tilaa (van Huis & Tomberlin 2017, 101). Tuotantoprosessin onnistumiseksi täytyy kasvattamon suunnittelun reunaehtoina pitää kasvatettavan lajin ominaispiirteitä.

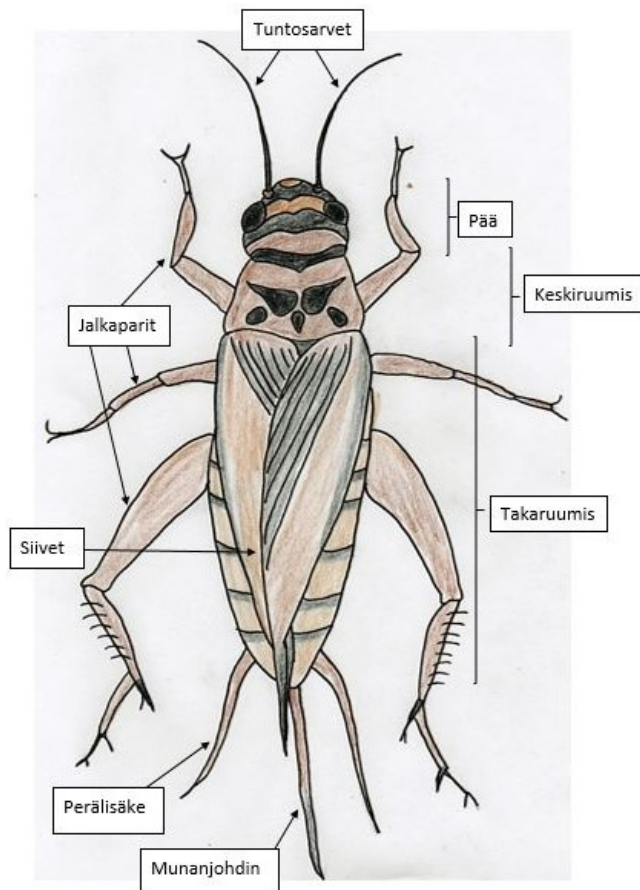
#### 3.1 Yleiskuvaus

Kotisirikka (*Acheta domesticus*) kuuluu muiden sirkkojen tavoin suorasiipisten lahkoon. Suorasiipisten (*Orthoptera*) lahkoon kuuluu ympäri maailmaa yli 20 000 eri lajia. Näiden hyönteisten ominaisia piirteitä ulkoisesti ovat voimakkaasti kehittyneet takajalat, joiden ansiosta ne pystyvät ottamaan suuria loikkia. Toinen merkittävä tunnusomainen piirre on koiraan tuottama sirittävä ääni, joka on yksilöllinen kullekin lajille. (Cloutier 2015, 45.)

Hyönteisen ruumiin (kuva 4) tukiranka muodostuu kitiinistä. Kitiiniranka toimii kiinnitysrakenteena hyönteisen lihaksille ja sisäelimille. Kovaa kitiinikuorta hyönteinen käyttää suojautumiseen vihollisia vastaan ja estämään liiallisen kosteuden haihtumista sen kehosta. Keho koostuu kolmesta osasta, päästä, keski- ja takaruumiista. (Heiska & Hukuri 2017, 16.)

Väriykseltään kotisirikka on vaalean rusehtava, sen päässä ja etuselässä on havaittavissa tummia kuvioita. Pituudeltaan täysikasvuinen yksilö on 2 – 2,5 cm. Rakenteeltaan kotisirikka on litteämpi ja tukevampi kuin esimerkiksi heinäsiirkka. Sirkalla on takapäässään pitkät perälisäkkeet, naaraan tunnistaakin pitkästä munanasettimesta, joka sijaitsee perälisäkkeiden välissä. Sirkkan kuuloelin sijaitsee sen etusäärissä, kun taas haju- ja tuntoaistimia on tuntosarvissa. (Nokkonen 2017.) Siipiä kotisirikalla on kaksi paria, niistä etummaisets ovat kookkaat ja peittävät lähes koko vartalon. (Suomen Lajitietokeskus n.d.) Sirkat ovat vaihtolämpöisiä, joten elinympäristön lämpötilan pudotessa alle 0 °C, vaipuvat ne horrokseen. Horrostaminen on vaihtolämpöisten luonnollinen tapa madaltaa elintoiminnot säästöliekille. (Heiska & Hukuri 2017, 16.)





Kuva 4. Kotisirikan tukirakenne on muodostunut kovasta kitiinistä (Kukola 2018).

### 3.2 Elinympäristö ja levinneisyys

Alun perin kotisirikan arvellaan olevan kotoisin Pohjois-Afrikan ja Lounais-Aasian seuduilta (Suomen Lajitietokeskus n.d.; Van Huis & Tomberlin 2017). Kaikkiaan kotisirikka on sopeutuvainen ja hyväksyy elinpaikakseen monipuolisesti erilaisia ympäristöjä. Hyvin tyypillisiä elinpaikkoja kotisirikalle ovat kuitenkin erityisesti metsämaat, luolat, laidunmaat, niityt, tukkien ja halkojen alapinnat, kivikot sekä tien pientareet. Yleisesti suojapaikan antavat puu- tai kiviröykkiöt ovat kotisirikkojen mielestä houkuttelevia. Toisaalta kotisirikkoja voi löytää helposti myös alueilla, joiden olosuhteet ovat kostean vettyneet, kasvustossa on mukana korkeaa heinikkoa ja maan pinnalle on kertynyt lehtikatetta. Kotisirikka viihtyy nimensä mukaisesti ihmisasumuksien läheisyydessä. (Missouri Department of Conservation n.d.)

Laji on levinnyt laajalti ympäri maailmaa mm. ihmisen mukana ja sitä tavaataan luonnonvaraisena myös Suomessa saakka. Suomessa kotisirikka sopeutui elämään rakennusten sisätiloissa, mm. saunat, uuninpankot, myllyt ja navetat soveltuivat kotisirikan elinympäristöksi, kunhan niissä oli riittä-

västi lämpöä ja kosteutta. Vielä 1900-luvun alkupuolella kotisirkkaa tavattiin yleisesti Etelä- ja Keski-Suomessa. Keskuslämmityksen yleistymisen myötä huoneilma muuttui kuivemmaksi, eikä kotisirkka enää viihtynyt rakennuksissa. 1980-luvun jälkeen kotisirkkahavainnot alkoivat uudelleen yleistyä. (Makkonen 2006.) Uuden yleistymisen jälkeen niitä voi tavata myös kaatopaikoilla, laitosten keittiöissä sekä kasvihuoneissa. Kotisirkka on yöeläin, niinpä se liikkuu pääasiassa pimeään aikaan. (Suomen Lajitietokeskus n.d.)

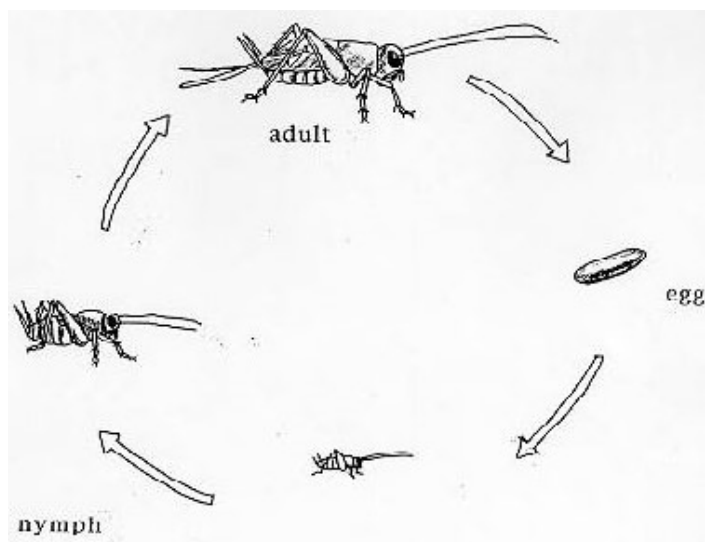
### 3.3 Ravinto

Kotisirkka luokitellaan kaikkiruokaiseksi. Tämä tarkoittaa sitä, että hyönteinen pystyy monipuolisesti hyödyntämään erilaisia ravinnonlähteitä. Luonnossa sirkat syövät mm. lehtiä, siemeniä, hedelmiä ja kasviksia. Yleensä sirkat suosivat kasvispainotteista ruokaa, mutta syövät myös toisia hyönteisiä ja omia muniaan, jos muusta ruuasta on pulaa (Cloutier 2015, 54).

Laajan ravinnonkäytön ansiosta hyönteisellä on paremmat mahdollisuudet selviytyä ja säilyttää lisääntymiskykyään niukempinakin aikoina. Massakasvatukseen onkin yleensä valikoitu hyönteislajeja mm. niiden ruokavalion joustavuuden perusteella (Heiska & Hukuri 2017, 17).

### 3.4 Elinkaari

Kotisirkkan elinkaaren voi jakaa kolmeen päävaiheeseen, joita ovat muna, nymfi ja aikuinen (Kuva 5). Sirkat käyvät läpi hemimetabolisen muodonvaihdon, eli osittaisen muodonvaihdon, tämä tarkoittaa, etteivät sirkat ikinä esimerkiksi koteloidu. Kotisirkat elävät yleensä 2 – 3 kuukauden ikäisiksi ja saavuttavat sukukypsyyden noin reilun kuukauden eli 35 – 45 päivän kuluttua kuoriutumisestaan (van Huis & Tomberlin 2017, 274).



Kuva 5. Kotisirkkan elämänkaari yksinkertaistettuna munasta nymfivaiheeseen kautta aikuiseksi (FAO 2018).



Vastakuoriutunutta sirkkaa kutsutaan nimellä nymfi. Näitä varhaisimmassa kehitysvaiheessa olevia pieniä nymfejä kutsutaan myös ”pinhead”-nimellä (Kuva 6), sillä ne ovat ensimmäisten elinpäiviensä aikana erittäin pienikokoisia. Sirkkan ulkonäkö muistuttaa jo tässä vaiheessa huomattavan paljon aikuista yksilöä. Sirkat luovat nahkansa 8 - 9 kertaa (Taulukko 3) kunnes ne ovat täysikasvuisia, samalla niiden paino nousee ja ne alkavat muistuttaa yhä enemmän aikuista sirkkaa.



Kuva 6. Vastakuoriutuneet sirkat kaipaavat kosteutta, mutta hukkuvat avoveteen (Kukkola, 2017).

Kutakuinkin kolmannen tai neljännen nahanluonnin jälkeen naaraille alkaa muodostua selkeästi nähtävissä oleva munanjohdin takaruumiiseen. Munanjohdin on väritykseltään tumma ja muistuttaa ulkoisesti neulaa.

Nymfin kahdessa viimeisessä kehitysvaiheessa siivet alkavat kehittyä. Aikuisuuteen mennessä siivet ovat täysin kehittyneet. Koiraat tuottavat sukukypsyyden saavutettuaan siivillään lajityypillistä sirtystä. Täysikasvuissa naaraat ovat noin 15 – 25 % kookkaampia kuin koiraat.

Noin 35 päivän jälkeen sirkkayhdyskunta alkaa saavuttamaan sukukypsyytään. Sukukypsyyden saavuttamiseen vaikuttaa sirkkojen elinympäristön lämpötila, korkeampi lämpötila nopeuttaa sirkkojen kehittymistä. Parittelemaan sirkat alkavat, kun sukukypsyyden saavuttamisesta on kulunut yksi päivä. Tätä seuraa naarailla munien laskeminen 24 – 48 tuntia parittelun jälkeen. Munien laskeminen on yleensä huipussaan 4 – 8 päivää sukukypsyyden saavuttamisen jälkeen. Suotuisissa olosuhteissa munat kuoriutuvat 10 – 15 päivän kuluttua ja koko elinkaaren kierto alkaa alusta. (van Huis & Tomberlin 2017, 274 – 275.)

Taulukko 3. Biotus Oy on laatinut yhteenvedon massakasvatettavien hyönteisten lisääntymistehokkuudesta (Heiska & Hukuri 2017, 15).

	Jauhopukki	Buffalomato ja jättiläisjauhomato	Kotisirkka
Aikuinen elää (vrk)	32, jopa yli 140	-	88
Muninnan kesto (vrk)	40-50	-	60-70
Naaraan tuottama munamäärä	400 - 500	200 – 400	3000
Kuoriutumisaika (vrk)	4	4-7	13
Toukkavaiheen kesto (vrk)	112-203	40 - 100	45
Nahanluontien määrä	11-19	6-11	8-9
Kotelovaiheen/viimeisen nymfivaiheen kesto (vrk)	6 - 20	-	6
Aika kuoriutumisesta muninnan alkuun (vrk)	3	-	9

### 3.5 Sairaudet ja loiset

Ravinnoksi tai rehuksi kasvatettavilla hyönteisillä on tautien esiintymisen kannalta erilaiset lähtökohdat kuin luonnossa esiintyvillä lajitovereillaan. Kasvatuksessa esiintyvät taudit voivat liittyä kasvatusolosuhteisiin, kuten esimerkiksi ilmankosteuteen tai lämpötilaan. Hyönteiset, joita kasvatetaan korkealla intensiteetillä, saattavat olla muiden tuotantoeläinten tavoin alttiina patogeenien aiheuttamille sairastumisille. Tartuntalähteinä voivat olla rehu, kasvatusalusta tai hoitajan mukana hiuksissa, vaatteissa tai kässissään tuoma patogeeni (Taulukko 4). (Heiska & Hukuri 2017, 28.)

Taulukko 4. Patogeenien aiheuttamia riskejä ja niiden hallintaa (Heiska & Hukuri 2017, 29).

Hyönteislaji	Taudinaiheuttaja	Oireet	Torjunta
<b>Huonekärpänen (<i>M. domestica</i>)</b>	Sieni: <i>Entomophthora spp.</i>	Itiöitä kuolleissa aikuisissa, epideeminen	Puhdistus, kuolleiden poistaminen, karanteeni
<b>Mustasotilaskärpänen (<i>H. illucens</i>)</b>	ei havaittu	ei havaittu	ei toimenpiteitä
<b>Kotisirkka (<i>A. domesticus</i>)</b>	Bakteerit: useita lajeja	Lisääntynyt kuolleisuus, punertuminen	Kasvatustilojen puhdistus
	Sieni: <i>Metarhizium sp.</i>	Lisääntynyt kuolleisuus	Karanteeni, uusi hyönteiskanta
	Virukset: CrPV	Populaation romahdus	Vaihto uuteen kantaan tai jopa lajin vaihto
<b>Jauhopukki (<i>T. molitor</i>)</b>	Sieni: <i>Beauveria bassiana</i>	Lisääntynyt kuolleisuus	Puhdistus, kuolleiden poistaminen, karanteeni

Kotisirkkojen tiedetään kärsineen *Metarhizium anisopliae*-nimisestä sienestä. Sieni elää maaperässä ja päästessään kosketuksiin hyönteisen kanssa, lävistää se kutikulan ja alkaa elää hyönteisen sisällä. Tämä tappaa hyönteisen muutaman päivän kuluessa. Kotisirkan luontainen puolustautumistapa kyseistä sientä vastaan on muuttaa lämpötilaansa kuumeen kaltaiseen tilaan, voidakseen kontrolloida sienen kasvua. (Huldén 2015, 191.) Ensimmäisen kerran kotisirikkaa vaivaavasta densoviruksesta (AdDNV) raportoitiin Ranskasta vuonna 1977. Tartunta oli tuolloin erittäin kohtalokas

ja tarttuva. Vastaavanlaisia tapauksia on raportoitu 1980-luvun lopulla eteläisestä USA:sta. Eurooppalaisissa kasvattamoissa sitä on esiintynyt yleisesti jo lähes 40 vuotta. Tulehdus tekee sirkoista passiivisia, ne jäävät pienemmiksi ja ne saattavat saada halvauksia. Virusta saattaa esiintyä enemmän, jos kotisirkkoja kasvatetaan liian tiiviisti. (van Huis & Tomberlin 2017, 286.)

### 3.6 Ravintoarvot

Hyönteisten ravitsemuksellinen arvo on yleensä korkea. Tosin ravintopitoisuudet eri hyönteisten kesken kuitenkin saattavat vaihdella paljon, jopa saman lahon sisällä eroja ovat havaittavissa. Ravitsemuksellisiin arvoihin vaikuttavat hyönteisen laji, kasvuympäristö ja sen käyttämä ravinto. Lisäksi hyönteisraaka-aineen jalostus ja valmistus vaikuttavat sen ravintosisältöön. (van Huis ym. 2013, 67.)

Rumpold ja Schluter julkaisivat vuonna 2013 tutkimustuloksen hyönteisten sisältämistä ravintoaineista, jonka pohjalta taulukko 5:n tiedot kotisirkkan ravintosisällöstä on kirjattu. Tulokset osoittivat, että vaikka vaihtelut hyönteisten välillä olivat suuria, sisälsivät hyönteiset kuitenkin merkittävässä määrin mm. proteiinia, rasvaa, vitamiineja sekä hivenaineita, jotka ovat ihmiselle tarpeellisia tai välttämättömiä. Proteiinipitoisuudet voivat olla jopa 67 % kuiva-aineesta, rasvapitoisuus on noin 20 %, lisäksi kuidun määrä aikuisessa sirkassa on huomattavan korkea, jopa 22 % (Nokkonen 2017). Hyönteiset sisältävät kitiiniä. Kitiini, joka muodostaa hyönteisen ulkoisen tukirangan, on toiseksi yleisin luonnossa esiintyvä polysakkaridi heti selluloosan jälkeen. Hyönteisen sisältämä kuitu koostuu pääasiallisesti kitiinistä. Yleisesti ottaen hyönteisten energiapitoisuudet ovat vertailukelpoisia lihaan. (Rumpold & Schluter 2013, 802.)

Taulukko 5. Kotisirkkan ravintoarvoja. Arvot on ilmoitettu tuotteen kuivamäärästä (Rumpold & Schluter 2013, 806;816).

KOTISIRKKA ( <i>Acheta domesticus</i> )	
Proteiini	67 %
Rasva	22 %
Tuhka	4 %
Kalsium (mg/100 g)	132
Fosfori (mg/100 g)	957
Magnesium (mg/100 g)	109
Natrium (mg/100 g)	435
Kalium (mg/100 g)	1,127
Rauta (mg/100 g)	6,27
Sinkki (mg/100 g)	21,8
Kupari (mg/100 g)	2,01
Seleen (mg/100 g)	0,06
Energia (kcal/100 g)	455,19

Kotisirkan sisältämiin ravintoainepitoisuuksiin vaikuttaa myös hyönteisen kehitysvaihe. Aikuisen kotisirkan proteiini- ja rasvapitoisuus on korkeampi kuin nymfivaiheessa olevan, kun taas hiilihydraattipitoisuudet vaikuttavat olevan hieman korkeammat kasvuvaiheessa (Taulukko 6). Vaihteluita on myös vitamiinipitoisuuksissa (Taulukko 7). Arvojen eroihin kasvuvaiheisiin nähden vaikuttaa hyönteisen oma sen hetkinen ravintoaineiden tarve. (van Huis & Tomberlin 2017, 303 – 304.)

Taulukko 6. Hyönteisten ravintoainepitoisuudet vaihtelevat eri kehitysvaiheiden aikana (Finke 2002, 272).

	Superworms <i>Zophobas morio</i>	Giant mealworm (larvae) <i>Tenebrio molitor</i>	Mealworm (larvae) <i>Tenebrio molitor</i>	Mealworms (adult) <i>Tenebrio molitor</i>	Waxworms <i>Galleria mellonella</i>	Silkworms <i>Bombyx mori</i>	Crickets (adult) <i>Acheta domestica</i>	Crickets (nymph) <i>Acheta domestica</i>	Earthworms <i>Lumbricus terrestris</i>
Weight (mg/insect)	610	304	126	136	314	1,045	465	97	204
Moisture (g/kg)	579	610	619	637	585	827	692	771	836
Protein (g/kg)	197	184	187	237	141	93	205	154	105
Fat (g/kg)	177	168	134	54	249	14	68	33	16
NFE (g/kg)	11	1	27	-14	-14	44	-8	9	36
Neutral detergent fiber (g/kg)	39	29	57	115	81	11	68	36	ND
Acid detergent fiber (g/kg)	27	25	25	74	34	11	32	22	1
Ash (g/kg)	10	12	9	12	6	11	11	11	6
Metabolizable energy (kcal/kg)	2,423	2,252	2,056	1,378	2,747	674	1,402	949	708

ND, not detected.

Taulukko 7. Orthoptera-lahkoon kuuluvat kotisirkat ovat taulukossa alhaalla, sulkuihin on merkitty kehitysvaihe (Finke 2002, 273).

Mineral	Superworms	Giant mealworm (larvae)	Mealworm (larvae)	Mealworms (adult)	Waxworms	Silkworms	Crickets (adult)	Crickets (nymph)	Earthworms
Calcium (mg/kg)	177 <sup>c</sup>	184 <sup>c</sup>	169 <sup>c</sup>	231 <sup>c</sup>	243 <sup>c</sup>	177 <sup>c</sup>	407 <sup>c</sup>	275 <sup>c</sup>	444 <sup>b</sup>
Phosphorus (mg/kg)	2,370	2,720	2,850	2,770	1,950	2,370	2,950	2,520	1,590
Magnesium (mg/kg)	498	864	801	606	316	498	337	226	136
Sodium (mg/kg)	475	489	537	632	165 <sup>a</sup>	475	1,340	1,350	965
Potassium (mg/kg)	3,160	2,970	3,410	3,400	2,210	3,160	3,470	3,520	1,820
Chloride (mg/kg)	1,520	1,750	1,870	1,910	640	620	2,270	2,220	910
Iron (mg/kg)	16.5	21.5	20.6	21.8	20.9	16.5	19.3	21.2	50.4
Zinc (mg/kg)	30.7	44.5	52.0	46.2	25.4	30.7	67.1	68.0	17.7
Copper (mg/kg)	3.6	6.4	6.1	7.5	3.8	3.6	6.2	5.1	1.5
Manganese (mg/kg)	4.3	3.6	5.2	4.0	1.3 <sup>c</sup>	4.3	11.5	8.9	1.3 <sup>a</sup>
Iodine (mg/kg)	<0.1 <sup>c</sup>	<0.1 <sup>c</sup>	0.17	0.22	<0.1 <sup>c</sup>	<0.1 <sup>c</sup>	0.21	0.28	0.38
Selenium (mg/kg)	0.14	0.13	0.25	0.16	0.11	0.14	0.19	0.10	0.40

<sup>a</sup>Value is 67–100% of the NRC requirements for rats for growth.

<sup>b</sup>Value is 33–67% of the NRC requirements for rats for growth.

<sup>c</sup>Value is 0–33% of the NRC requirements for rats for growth.

Eviran ohjeistuksessa 10588/2 kerrotaan hyönteisruoan voivan aiheuttaa allergisia reaktioita. Hyönteisproteiinille voi herkistyä ja se voi johtaa myös uusien ruoka-allergioiden kehittymiseen. Allergia voi aiheutua suoraan hyönteisestä tai ristiallergiana. Hyönteisallergia ei kuitenkaan välttämättä koske kaikkia hyönteisiä. Äyriäisten ja hyönteisten on todettu sisältävän samoja allergeeneja, joten tästä johtuen hyönteisruoka saattaa aiheuttaa allergisen reaktion henkilöllä, joka on allerginen äyriäisille, nilviäisille tai pölypunkkeille. Tiedot hyönteisten aiheuttamasta allergiasta ovat kuitenkin vielä vajavaisia ja aiheesta tarvitaan lisää tutkimusta (Kourimska & Adamkova 2016, 25).

#### 4 SIRKKAAMON PERUSTAMINEN

Eviran (2018a, 7) hyönteistuotannon ohjeiden mukaan alkutuotannoksi määritellään hyönteisten kasvatus, elävien hyönteisten kuljetus ja muut toimet hyönteisten lopetukseen saakka. Pakastamalla tapahtuva lopetus katsotaan niin ikään kuuluvaksi alkutuotantoon. Alkutuottajan tulee tehdä ilmoitus alkutuotannosta elintarvikevalvontaan, ennen toiminnan aloittamista. Keittäminen, paahtaminen, jauhaminen ja muu jalostus eivät kuulu enää alkutuotannon piiriin. Tällöin toiminta edellyttää ilmoituksen tekemistä kunnan elintarvikeviranomaiselle toiminnasta elintarvikehuoneistona. Lisäksi hyönteisten kasvattajan tulee ilmoittautua Eviraan rehualan toimijaksi.

Kasvatuksessa sekä tuotantotilojen suunnittelussa tarvitaan hyönteistieteen tuntemusta. Jotta kotisirkkujen kasvatusta voidaan optimoida, pitää kasvatettavan hyönteislajin fysiologia ja ekologia tuntea. Sirkkujen kasvatusta suunnittelevan kannattaa tutustua lajin vaatimuksiin elinympäristön, ravinnon ja elinkierron näkökulmasta. Kasvatusympäristöllä on suuri merkitys hyönteisten selviämiseen (Kuva 7). Teoreettisen tietopohjan ollessa kunnossa, on kasvattamon rakenteellisten ratkaisujen suunnittelu ja toteutus helpompaa.



Kuva 7. Kasvattamon olosuhteiden tulee tarjota mahdollisimman hyvät puitteet hyönteisille (Kukkola 2018).



#### 4.1 Aloituskustannuksia

Kasvattamoa perustettaessa jo olemassa olevaan rakennukseen aloituskustannukset koostuvat pääasiassa tilan lämpöeristeistä, lämmitysjärjestelmästä, ovista, hyllyrakenteista, kasvatusyksiköistä (Taulukko 8) sekä sirkkojen alkupopulaatiosta. Lisäksi sirkkakasvattamon perustusvaiheessa on syytä investoida pakastimeen sekä vaakaan. Kasvatustoiminnan päästyä käyntiin kustannuksia kertyy kasvattamon lämmityskuluista (määrä riippuu valitusta lämmitysjärjestelmästä), rehusta, vedestä, munakennoista sekä munitusmullasta. Tämän työn esimerkkikustannuksissa ei ole otettu huomioon työstä aiheutuvia kuluja. Hinnat taulukossa ovat suuntaa antavia, sillä kunnostettavan/rakennettavan kasvatustilan lähtökohtainen kunto, koko ja käytetyt materiaalit vaikuttavat huomattavasti kokonaiskustannuksiin.

Esimerkkinä sirkkakannan aloituskustannuksista voimme käyttää Finsect Oy:n kuluvan vuoden hintatasoa. Yritys ottaa käyttöön uudistetun myyntisisällön. Jatkossa aloituspakkaus, eli sirkkakanta, munintalaatikoita, kasvatustennoja, munitusmultaa sekä konsultaatiota sisältyy joko kolmen tai viiden vuoden tuottajasopimukseen (Lähde 2018). Hintataso on alkaen 5500 € + alv (Jyllilä 2018).

Taulukko 8. Kasvattamon perustuskustannusesimerkki, kasvattamon pohjapinta-alan ollessa 15 m<sup>2</sup> (Kukkola 2018).

Lämpöeristeet, elementti	sis. seinät ja katto	2035 €
Ovi	1 kpl	257 €
Ilmastointijärjestelmä		2000 €
Hyllyt		1156 €
Kasvatuslaatikko	10 kpl	220 €
Pakastin	1 kpl	479 €
Myymälävaaka	1 kpl	105 €
Yhteensä		6252 € (sis. Alv.)

#### 4.2 Kasvatustilan rakenteellinen toteutus

Sirkoilla on luontainen taipumus hakeutua lämpimiin, hämäriin ja kosteisiin paikkoihin. Sirkkojen kasvun ja elinvoiman kannalta sopivalla lämpötilalla kasvattamossa on suuri merkitys. Kylmät vuodenaajat voivat asettaa haasteita tarpeeksi lämpimän, mutta samalla ilmastoinnin kannalta toimivan kasvattamotilan toteuttamiselle. Koneellinen elinympäristön olosuhteiden hallinta onkin tässä tapauksessa välttämätöntä. Riittävän huolella

suunniteltu ja rakennettu kasvatustila takaa tasaisen lämpötilan ja riittävän ilmanvaihdon lisäksi mahdollisuuden kontrolloida tuhoeläimiä tai toisaalta estää kasvatettavien sirkkojen pääsy kasvattamon ulkopuolelle. (van Huis & Tomberlin 2017, 276.)

Sirkkakasvattamon voi perustaa esimerkiksi jo olemassa olevaan rakennukseen, kuten tyhjiilleen jääneeseen navettaan. Tällöin voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti vanhojen tuotantorakennusten potentiaali (Finsect Oy, 2017). Kasvattamon perustamiseen voi hyödyntää lähes mitä tahansa olemassa olevaa sisätilaa, kunhan perusedellytykset kotisirkkojen menestymiselle ovat toteutettavissa. Olemassa olevaan tuotantorakennukseen voidaan pystyttää sirkkaamon tarpeisiin soveltuvat tilat erilaisten väliseinien avulla (Kuva 8).



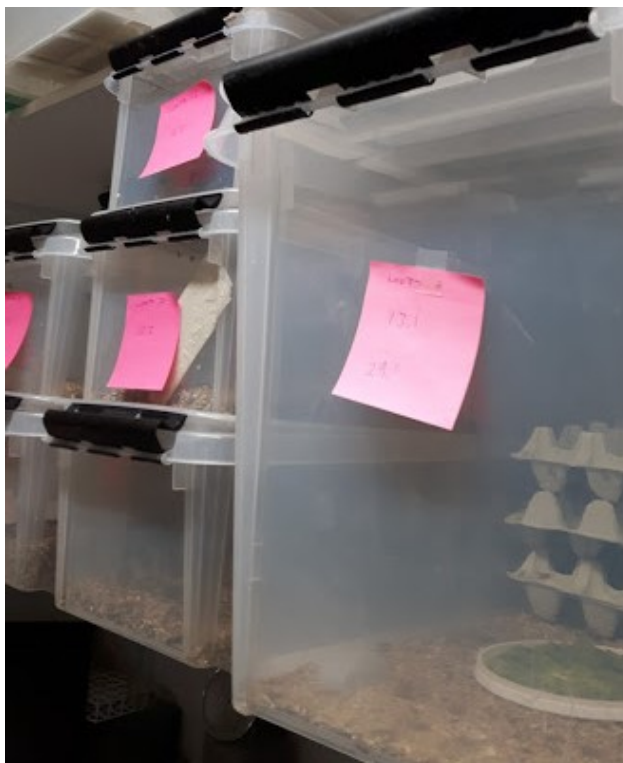
Kuva 8. Sirkkaamon perustamisessa voi hyödyntää jo olemassa olevia tuotantotiloja (Kukkola 2018).

Kasvattamon rakenteet tulee tehdä sääolojemme mukaisiksi. Lämmöneristyksen tulee olla riittävä, jotta lämpöä ei pääse turhaan hukkaan. Perustettavan kasvattamon koko kannattaa miettiä hyvissä ajoin etukäteen. Tähän vaikuttaa kuinka monta kiloa kotisirkkoja voidaan kasvattaa vuoden aikana täydellä kapasiteetilla. Seinien ja hyllyjen pituuksia sekä muita etäisyyksiä kasvatushuoneessa laskettaessa kannattaa hyödyntää tieto kasvatuslaatikoiden mitoista, tilan hyötykäyttöä voidaan tällöin tehostaa. Kasvattamon yhteydessä on hyvä olla vedenjakelupiste, pesupiste, varastotilaa sekä järjestetty jätehuolto (van Huis & Tomberlin 2017, 276).

Kasvattamon sisäänkäynnin yhteyteen kannattaa asentaa esimerkiksi tuplaovet, eli jättää mahdollisuuksien mukaan pieni välieteinen kasvattamon ja muun tilan väliin. Varmistamalla tiivis sisäänkäynti voidaan minimoida riskejä, kuten sirkkojen karkaamista ulkomaailmaan tai vieraiden patogeenien pääsyä sirkkakasvattamoon.

#### 4.3 Kasvatusvälineet

Kotisirkkojen kasvatukseen voidaan käyttää muovilaatikoita, laatikon tulee olla elintarvikekelpoista muovia, sisäpinnaltaan se saa olla liukas. Ulkomailla käytössä on vaihteleva kirjo erilaisia kasvatusastioita, esimerkiksi erilaisia pahviastioita, sementtirengas tai jopa melko avonaisia kasvatusalustaratkaisuja. Suomessa vaikuttaa kuitenkin vakiintuneen nimenomaan muovisen kasvatuslaatikon käyttö, kestävyys sekä hygieenisyyden vuoksi. Laatikoyksikköjen tulee olla riittävän tilavia, mm. Finsect Oy:n käyttämät kasvatuslaatikot ovat mitoiltaan 72 x 40 x 39 cm (Kuva 9).



Kuva 9. Kotisirkkoja voidaan kasvattaa elintarvikehyväksytyissä muovilaatikoissa (Kukkola 2018).

Laatikot varustetaan ruoka- ja juomapisteillä. Sirkat tarvitsevat itselleen ns. piilopaikkoja, tähän tarkoitukseen laatikoissa käytetään kananmunakennoja. Munakennojen pinta on sopivan rosainen, jotta sirkat pystyvät kiipeilemään vaivattomasti niiden lomassa. Munakennojen avulla pystytään samalla hyödyntämään koko laatikon tila tehokkaasti, kennojen avulla sirkat pystyvät elämään lajinomaisessa ympäristössä (Kuva 10). Munakennoja ei kuitenkaan voida käyttää kuin kerran hygieniariskin vuoksi (Jyllilä 2018).





Kuva 10. Kananmunakennojen avulla kasvatuslaatikon tilavuus pystytään hyödyntämään tehokkaammin (Kukkola 2018).

Sirkkojen ollessa sukukypsiä kasvatuslaatikkoon lisätään muninta-alusta, jonka tulee olla sirkoille mahdollisimman helppopääsyinen. Muninta-alustalla olevan materiaalin tulee olla riittävän pehmeää, jotta naaras pystyy läpäisemään sen lasiessaan muniaan. Lisäksi alustan materiaali tulee pitää kosteana. Myöhemmin talteen kerätty munamultamassa siirretään niin ikään omaan, kasvatuslaatikkoa pienempään, kannelliseen astiaan (Kuva 11) odottamaan kuoriutumista. On erittäin tärkeää pitää munamultamassa kosteana aina kuoriutumiseen saakka (Horppu, Hulshof & Koskula 2017, 14).



Kuva 11. Multamunamassa on siirretty omaan laatikkoonsa odottamaan kuoriutumista (Kukkola 2018).

#### 4.4 Kasvattamon olosuhteet

Yksi tärkeimpiä seikkoja onnistuneiden kasvatusolosuhteiden luomisessa on pitää elinympäristö vakaana ympäri vuoden. Lämpötiloja, ilmankosteutta ja -laatua tulee voida hallita hyvin (Kuva 12). Tahattomat vaihtelut tuotanto-olosuhteissa saattavat aiheuttaa sirkkojen kasvun hidastumista, lisääntymisen heikkenemistä ja korkeampaa kuolleisuutta populaatiossa. Vajavaiset olosuhteet voivat johtaa myös sirkkojen kannibalismiin. Toisaalta myös laatu tuotetuissa sirkoissa voi olla epätasaista ja huonompaa, jos olosuhteet eivät ole kunnossa (Huldén 2015, 250).



Kuva 12. Kasvattamon olosuhteita kuten lämpötilaa ja ilmanvaihtuvuutta on kyettävä kontrolloimaan (Kukkola 2018).

##### 4.4.1 Lämpötila

Kotisirkka menestyy noin 28 – 30 °C lämpötiloissa. Kotisirkan on Biotus Oy:n hyönteistuotannon lisäysmateriaaliselvityksen mukaan todettu viihtyvän parhaiten 28 °C lämpötilassa. Joissain kokeissa kotisirkan on huomattu kasvavan nopeammin korkeammissa lämpötiloissa. Jos lämpötilaa nostetaan 31 asteen paikkeille, lyhenee sirkkojen elinkierto noin kymmenellä päivällä. Toisaalta korkeamman lämpötilan on havaittu olevan yhteydessä hyönteisten stressitasoon ja kuolleisuuteen. Kuolleisuus voi korkeissa lämpötiloissa olla merkittävää, jopa 100% populaatiosta. Kehitys alhaisemmassa lämpötilassa kestää kauemmin, mutta lopputulos on sirkan kokonaiskehityksen kannalta parempi. (van Huis & Tomberlin 2017, 280; Horppu ym. 2017, 9.)

Riippumatta kasvattamoon valitusta optimilämpötilasta, on tärkeintä olosuhteiden muuttumattomuus. Lämpötilan kasvattamossa tulee säilyä tasaisena ulkolämpötilasta riippumatta. Talvea ajatellen lämmitysjärjestelmän tulee olla säädettävissä ja luotettava, kesällä taas on oltava mahdollisuus tilan viilentämiseen tarvittaessa. Sähkökatkojen varalle kannattaa kasvattamo varustaa varavirtalähteellä (Horppu ym. 2017, 9).

#### 4.4.2 Ilmanvaihto

Kasvattamoon on tuotava riittävästi happea ja haitallisia kaasuja poistettava. Myös hyönteiset tuottavat hengittäessään hiilidioksidia CO<sub>2</sub>. Suljetuissa tiloissa hiilidioksidipitoisuudet saattavat nousta liian korkeiksi. Riittävän tehokkaalla ilmanvaihdolla kasvattamon ilmanlaatu pystytään pitämään hyvänä, tila pystytään raikastamaan niin liiasta hiilidioksidista kuin muistakin haitallisista kaasuista (Dossey, Morales-Ramos & Rojas 2016, 186).

Suunniteltaessa kasvattamoa kannattaa sopivan ilmastointijärjestelmän asentaminen huomioida. Ilmanvaihto voidaan toteuttaa joko painovoimaisesti tai koneellisesti (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 2017/1009). Ilmanvaihdon yhteydessä kasvattamon lämpötila voi laskea. Lämpötilan muutokset ilmastoinnin yhteydessä tulisi huomioida, jotta kasvattamossa vallitsevat olosuhteet pysyisivät vakaina (Dossey ym. 2016, 184).

#### 4.4.3 Kosteus

Sirkat viihtyvät suhteellisen ilmankosteuden ollessa noin 50 – 60 %:n luokkaa. Finsect Oy:n Lauri Jyllilä kertoo sopivaksi koetun ilmankosteuden yhteistyökasvattamoissa olevan pääsääntöisesti 60 %. Ilmankosteudella on tärkeä rooli terveen sirkkakannan ja kasvun takaamiseksi. Ilmankosteuden ollessa liian korkea, riski ruuan pilaantumiseen ja haitallisten pieneliöiden lisääntymiselle kasvaa, kun taas liian alhainen ilmankosteus voi aiheuttaa hyönteisille fysiologisia ongelmia sekä tarjolla olevan ruuan liiallista kuivumista. (Dossey ym. 2016, 184.)

Biotus Oy on havainnut nuorten sirkkavaiheiden (nymfien) ja munien tarvitsevan enemmän kosteutta kuin myöhempien vaiheiden tai aikuisten sirkkojen. Aikuisille yksilöille liiallinen ilmankosteus voi olla kohtalokas, kuitenkin esimerkiksi Suomessa eri kasvattamoissa saattavat ilmankosteuspitoisuudet vaihdella huomattavasti noin 20 – 60 % välillä. Ilmankosteuspitoisuutta voidaan nostaa huomattavasti munavaiheessa oleville sirkoille, ilmankosteuspitoisuus voi olla jopa 100 %. Vastakuoriutuneetkin ”pinheadit” voivat nauttia vielä 90 % kosteuspitoisuudesta. Kosteuden tarve tasaantuu 50 %:n paikkeille noin 2 – 2,5 viikon jälkeen kuoriutumisesta.

#### 4.4.4 Valaistus

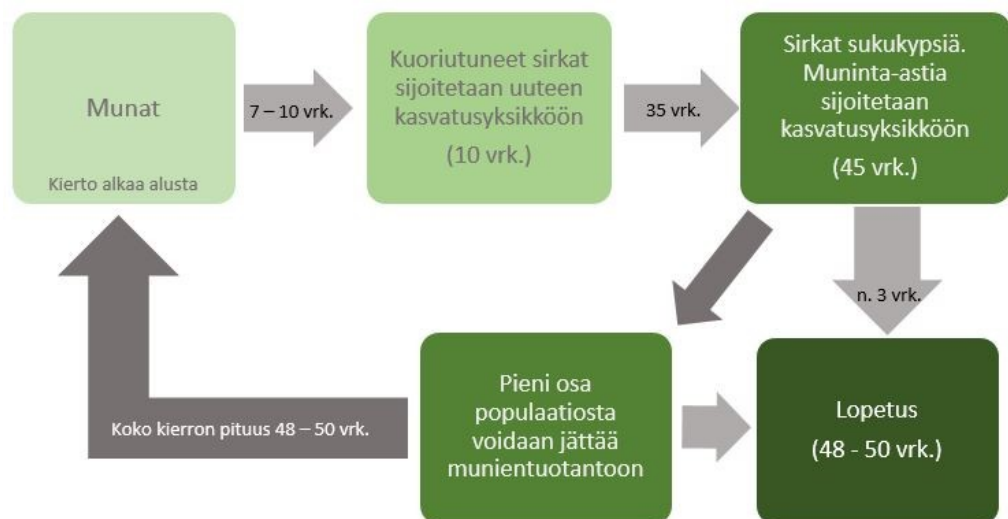
Kotisirkat ovat luontaisesti yöaktiivisiä hyönteisiä. Kasvattamon valaistus kannattaa säätää automaattiselle valo- ja pimeäjaksole ajastimella. Jaksoitus valoisan ja pimeän suhteen kasvattamoissa on vakiintunut yleisimmin joko 12/12 tai 14/10 tuntiin (van Huis & Tomberlin 2017, 280). Jatkuvasti loistava valo saattaa häiritä sirkkojen parittelua ja munien kuoriutumista.

Käytettävän valaistuksen teholla ja valonlaadulla ei ole toistaiseksi huomattu olevan juurikaan merkitystä kotisirkkoille. (Horppu ym. 2017, 10.)

## 5 KOTISIRKKOJEN KASVATTAMINEN

Hyönteistuotannolle laaditaan omaa kohdennettua elintarvikelakisäädäntöä. Elintarvikelain suosituksia ja ohjeita muokataan yhteistyössä alan toimijoiden kanssa. Toistaiseksi hyönteistuotannossa on käytössä yleiset elintarvikelain vaatimukset ja valvonta. Tämä tarkoittaa toiminnan harjoittajien olevan vastuussa tuotteidensa turvallisuudesta ja annettujen tietojen paikkansa pitävyydestä. (Evira 2018, 5.)

Kotisirkkojen kasvatuksen voi jaotella munien tuotantoon, kasvatusvaiheeseen, lopetukseen ja lopuksi mahdollisesti jalostamiseen (Kuva 13). Yksittäinen kasvattaja voi sisällyttää toimintaansa koko edellä mainitun tuotantoketjun. Vaihtoehtoisesti kasvattajat voivat erikoistua esimerkiksi munien tuottamiseen tai toimittamaan kuoriutuneita populaatioita eteenpäin muille kasvattajille. (Heiska & Hukuri 2017, 18.)



Kuva 13. Prosessikaavio sirkkojen kasvatuksesta (Kukkola 2018).

### 5.1 Päivittäiset hoitotoimenpiteet

Päivittäiset hoitotoimenpiteet ovat kaikille tuotantoeläimille tyypillisiä askareita. Puhtaan, tuoreen ruoan ja veden tarjoaminen, puhdistus ja hyönteisten yleisen hyvinvoinnin ja olosuhteiden tarkkailu kuuluvat jokapäiväisiin rutiineihin. Kotisirkkojen hoitojärjestys kasvattamossa kulkee nuorimista vanhimpiin. Päivittäisiin hoitotoimenpiteisiin aikaa kuluu arviolta 1 – 1,5 tuntia kun kasvatuslaatikoita on 40 – 50 kappaletta. Työajan menekkiin vaikuttaa kasvatuslaatikoiden määrä ja työntekijän oma työskentelynopeus (Finsect Oy 2018).

Tuotantokierto alkaa muninnalla. Kotisirkka voi tuottaa jopa tuhansia muna. Sirkkojen saavuttaessa sukukypsyyden, asetetaan kasvatuslaatikkoon muninta-astia (Kuva 14), joka on täytetty pehmeällä ja kostealla materiaalla, kuten turpeella tai mullalla. Naaraat laskevat munansa ja muninta-astia otetaan kasvatuslaatikosta pois suunnilleen kolmen päivän kuluttua. Muninta-astioissa olleet muna-munitusalustamassat siirretään uusiin laatikoihin odottamaan kuoriutumista. Vastakuoriutuneet sirkat siirretään omiin kasvatuslaatikoihin sopivalla tiheydellä. Sukukypsyyden saavuttaessaan alkaa kotisirkkojen munitus, kantaa lopetetaan ja kierros alkaa uudestaan. (Jyllilä 2018.)



Kuva 14. Muninta-astia on asetettu kasvatusyksikköön sirkkojen saavutettua sukukypsyyden (Kukkola 2018).

#### 5.1.1 Ruokinta ja vesi

Ruokinnassa käytetään hyvälaatuisia ja tuoreita rehuja ja kasviksia. Kotisirkkoja on ruokittu pääasiassa kananrehulla, viime aikoina on kuitenkin alettu räätälöidä nimenomaan sirkoille suunnattua rehuseosta. Lajikohtainen rehuseos takaa optimaalisemman kasvun ja siinä voidaan pyrkiä suosimaan täysin kotimaisia raaka-aineita. Sirkoille suunnattu ruokavalio voisi sisältää 20 – 30 % proteiinia, 32 – 47 % hiilihydraatteja ja rasvoja 3 - 5 % (Horppu ym. 2017, 15).

Rehuseoksen lisäksi sirkoille varataan saatavuuden mukaan tuoreita kasviksia. Lauri Jyllilän (2018) mukaan kurkut toimivat sirkkojen kasvatuksessa mainiosti, sillä niistä hyönteinen saa samalla tarvitsemaansa nestettä (Kuva 15). Lisäksi kurkku on maultaan hyvin neutraali, syötetyn rehun



maku saattaa kertaantua sirkoissa. Tuoreita kasviksia kannattaa tarjota aina kun mahdollista.



Kuva 15. Ruokinnassa ei käytetä aina erillistä juoma-astiaa (Kukkola 2018).

Osa kasvattajista kuitenkin tarjoaa sirkoille veden erikseen, mutta vesi ei saa olla tarjolla aivan sellaisenaan. Veden tarjoilussa käytetään apuna esimerkiksi sientä tai paperipyyhettä, jota pitkin vesi imeytetään sirkkojen saataville itse vesiastiasta (Kuva 16). Varhaisessa kehitysvaiheessa sirkat ovat vaarassa hukkua veteen, jopa vesipisaraan. Sirkat saavat tarvitsemaansa nesteytystä myös tuoreiden kasviksien kautta. (van Huis & Tomberlin 2017, 281.)



Kuva 16. Erillinen juoma-astia (Kukkola 2018).

Ruokinnassa olisi toivottavaa pystyä hyödyntämään muun elintarvikealan sivuvirtoja. Esimerkiksi suurkeittiöiden, ravintoloiden tai teollisuuden kasvikset, jotka eivät ole olleet tarjolla, käyvät. Elintarvike- tai rehukäyttöön kasvatettavia hyönteisiä ei kuitenkaan saa syöttää ruoka- tai biojätteellä, muulla jätteellä tai lannalla (Evira 2018).

### 5.1.2 Hygienia

Kasvattamoympäristö on pidettävä puhtaana ja siistinä (Kuva 17). Elintarvikealan hygieniaa koskevia vaatimuksia ilmoitetaan yleisellä elintarvikehygieniasetuksella (EY N:o 852/2004 liite I) sekä maa- ja metsätalousministeriön alkutuotantoasetuksella (1368/2011). Hyvää hygieniaa ylläpidetään tuotannon aikana yllä huolellisella kasvatuslaatikoiden, kasvatusvälineiden ja kasvattamon pintojen puhdistuksella, uusilla kananmunakannoilla, tuoreella ruoalla ja vedellä sekä hoitajan omalla hyvällä hygienialla. Hygieenisellä tuotantoympäristöllä pystytään välttämään mahdollisia tautien leviämriskejä tai tuotantoeläinten kasvun häiriintymistä.



Kuva 17. Tammelassa sijaitsevan kasvattamon yhteyteen on suunniteltu puhtaanapito- ja vesiysikkö (Kukkola 2018).

Vesi- ja ruoka-astiat tulee puhdistaa säännöllisesti, jotta haitallisten mikrobien kasvua voidaan rajoittaa. Vesi juoma-astioihin tulee vaihtaa riittävän usein ja pilaantumisvaarassa oleva ruoka vaihtaa tuoreeseen. Lisäksi sirkat ovat myös saattaneet ulostaa tarjoiluastioihinsa. Liian pitkään kosteassa kasvuympäristössä seisseisiin ruokiin saattaa tulla home- tai sienikasvustoja. Home koetaan kasvattamoissa hyvin tuhoisaksi ja yhdeksi suurimmista riskeistä tuotannossa, home kasvatuslaatikossa madaltaa hyönteisten elinvoimaa, lisäksi homehtunut sato on käyttökeltotonta (Jyllilä 2018).

Kasvatuslaatikot ja muut hyönteisiin kosketuksissa olevat tuotantovälineet tulee pestä elintarvikekäyttöön tarkoitettulla pesuaineella sekä runsaalla vedellä ja tarvittaessa desinfioida. Ne tulee kuivata huolellisesti ennen seuraavaa sirkkapopulaatiota. Monissa pienemmissä kasvattamoissa kasvatuslaatikoiden pesu tapahtuu käsin. Kasvatuslaatikoissa olevat kananmunakannot vaihdetaan joka sirkkaerän välillä uusiin, kennoissa oleva uloste on riski tautien leviämisen kannalta. Kasvatuslaatikoiden ym. kasvatusvälineiden on oltava elintarvikekelpoisista materiaaleista valmistettuja.

Kasvattamon käyttöön on syytä varata suoja-asu, käsineet ja jalkineet. Työvarusteita kasvattaja käyttää vain sirkkakasvattamossa. Sirkkojen lopetuksen aikana on syytä huolehtia erityisen tarkasti käsihygieniasta, jotta tuotteet ovat mahdollisimman hyvälaatuisia päästessään kuluttajien käyttöön.

## 5.2 Emokanta ja uudistus

Lopetettavan kannan ja ns. emokannan määrä kannattaa suhteuttaa tuotantoon, sen mukaan kuinka paljon haluaa lisätä kasvatettavan sirkkakannan kokonaismäärää. (van Huis & Tomberlin 2017, 281 – 282). Sirkkojen kasvatuskierrossa osa kannasta voidaan jättää munimaan, samalla kun suurin osa lopetetaan. Samalla sukupolvella munitus voidaan toistaa 1 – 3 kertaa (Nokkonen 2017). Huolellinen laatikkokohtainen kirjanpito (Kuva 18) auttaa kasvattajaa hallitsemaan kasvatettavaa sirkkakantaa ja niiden oikea-aikaisia toimenpiteitä.



Kuva 18. Kasvatusyksikkökohtainen kirjanpito helpottaa huomattavasti eri kasvuvaiheissa olevien hyönteisten hallintaa (Kukkola 2018).

On myös huolehdittava kasvatettavien sirkkojen riittävän monipuolisesta geneettisestä kannasta. Esimerkiksi Finsect Oy:n tuottajayhteisön käyttöön tuleva sirkkakanta tuodaan Suomen ulkopuolelta. Suomeen tuotua kotisirkkakantaa voidaan kutsua isovanhempaispolveksi, jota kasvatetaan edelleen 3 – 5 sirkkakasvattamossa. Tämän jälkeen uutta kantaa voidaan alkaa jakamaan edelleen muille tuottajayhteisön jäsenille. On kuitenkin vielä tutkittava lisää, minkälainen uudistuskierto on kaikkein optimaalisin ja taloudellisin (Jyllilä 2018).



### 5.3 Lopetus

Tuotantokierto päättyy lopetukseen, jota kutsutaan myös harvestoinniksi. Sirkat kerätään kasvatusastioista ja lopetetaan jäädyttämällä ne pakastimessa. Hyönteisille pakastaminen on toistaiseksi tunnetuista lopetustavoista inhimillisin. Sirkat vaipuvat pakastimessa horrokseen, eivätkä enää selviydy hengissä, kun pakastamista jatketaan vähintään 24 tuntia. (van Huis & Tomberlin 2017, 285.) Jäädytettyjen sirkkojen säilyvyys on pakastimessa hyvä. Tuoreiden sirkkojen mikro-organismien määrä on melko korkea, jääkaapissa niiden pitoisuus nousee yhä edelleen. (Huldén 2015, 276.)

Sirkat kootaan kasvatusastioista huolellisesti niin, ettei pakastettavan erän mukaan tule mitään ylimääräistä. Kuolleet yksilöt, jätökset ja roskat tulee lajitella pois. Finsect Oy:n Jyllilä kertoo lajittelun käytännössä tapahtuvan, kun kasvatuslaatikon munakennot otetaan ulos laatikosta ja niihin kiivenneet sirkat kopisutetaan puhtaaseen keräysastiaan. Vain elinvoimaiset yksilöt kiipeilevät kennoissa, joten kuolleet ym. jäävät kasvatuslaatikon pohjalle.

Sirkkojen lopetuksessa tarvitaan kasvattajan arviota sirkkamateriaalin laadusta ja puhtaudesta. Laaduntarkkailu tuotantoketjun aikana ja lopussa on automaation puuttuessa suurimmaksi osaksi kasvattajan aistien varassa. Kasvattaja seuraa pääasiassa silmämääräisesti, että lopputuote on puhdas ja käyttökelpoinen. Tarkkailu ei kuitenkaan saa olla suurpiirteistä, sillä huonolaatuisen lopputuotteen toimittaminen markkinoille ei ole suotavaa millään näkökulmalta.

### 5.4 Kauppakunnostus

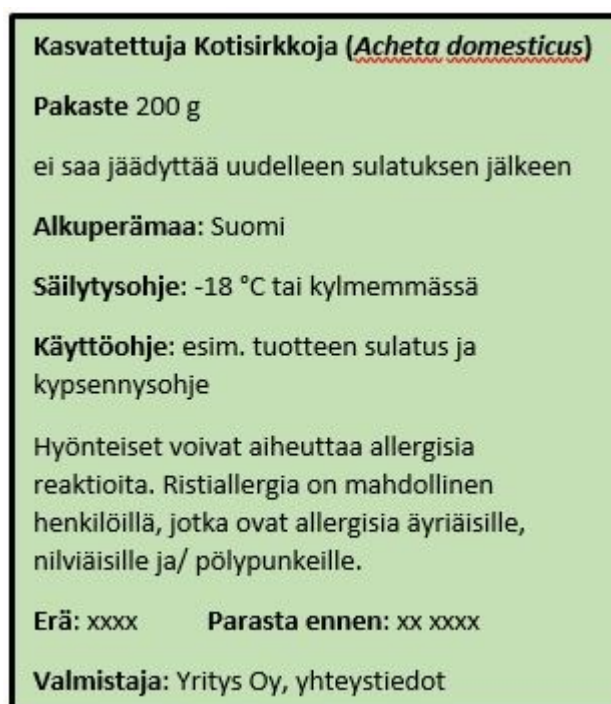
Pakastetut sirkat pakataan sopivan kokoisiin elintarvikepakkauksiin ja säilytetään pakastettuina käyttöön ottoon saakka. Tämän hetkisen Eviran (2018) ohjeen mukaisesti elintarvikekäyttöön myytävistä hyönteisistä ei saa poistaa osia, joten esimerkiksi siipien tai jalkojen poisto ei ainakaan toistaiseksi kuulu käytäntöön.

Kotisirkoilla on monipuolisia käyttömahdollisuuksia. Pakastettuja sirkkoja voidaan kuivata rapeiksi uunissa, tällöin myös niiden säilytysaika pitenee. Kuivattuja sirkkoja voi käyttää sellaisenaan tai niitä voi myös esimerkiksi jauhaa. Jatkojalostustapoja on useita (Kuva 19), kannattavimman jalostusasteen kasvattaja voi arvioida saadun sadon määrän ja kasvatuskapasiteetin mukaan. (van Huis & Tomberlin 2017, 322 – 324.)



Kuva 19. Sirkkoja voidaan käyttää monipuolisesti ruokajalosteissa, esimerkiksi näkkileivässä (Vaalimaa 2018).

Sirkkatilalta lähtevien lopputuotteiden jäljitettävyyys ja kirjanpito ovat olennaisia. Alkutuotannon toimijan tulee olla selvillä kenelle ja milloin eri toimituserät on toimitettu. Lisäksi myytävissä hyönteispakkauksissa tulee olla riittävän kattavat pakkausmerkinnät (Kuva 20). Pakkausmerkinnöistä tulee ilmetä hyönteislajin tarkka nimi ja merkintä ”kasvatettu”, sisällön määrä, säilyvyysaika ja säilytysohje, käyttöohje, vastuussa olevan elintarviketoimijan tiedot, alkuperämaa, elintarvike-erän tunnus, ravintoarvo-merkinnät jalostetulle tuotteelle sekä allergeeneja koskeva merkintä. (Evira 2018a, 20 – 21.)



Kuva 20. Pakkausmerkintäesimerkki Eviran ohjeiden mukaan pakastetuille kotisirkkoille (Kukkola 2018).

## 5.5 Työturvallisuus

Lähtökohtaisesti hyvä työympäristö on turvallinen paikka työskennellä ja toisaalta myös tuottava. Jotta edellä mainitut seikat pystytään takaamaan, tulee tapaturmia pyrkiä ennalta ehkäisemään mahdollisimman tehokkaasti. Työympäristöä tulee arvioida ja riskeille alttiita tilanteita ennakoida, tätä tukee kattava suunnitelma työympäristön riskeistä. Työtapa-turmat voivat aiheuttaa aineellista vahinkoa, joka yleensä merkitsee samalla ylimääräisiä kustannuksia. Huono työturvallisuus on kuitenkin ennen kaikkea riski itse työntekijälle, joka saattaa joutua kokemaan inhimillisiä kärsimyksiä. Työnantajalla on velvollisuus noudattaa vaarojen selvittämiseen ja arviointiin työturvallisuuslain (2002/738) asettamia ohjeita. (Työterveyslaitos n.d.)

Hyönteistuotannon vaiheet voidaan jakaa kasvatukseen, ruokintaan ja lopetukseen. Ominaisia huomioitavia piirteitä kotisirkkojen kasvatuksessa ovat korkea lämpötila ja ilmankosteus, hygieeninen kasvualusta ja suljettu elinympäristö. Tulee myös huomioida kasvatettavien hyönteisten luontainen liikkuvuus. Sirkat liikkuvat aktiivisesti kasvatuslaatikossaan, joten elinympäristön hygieenisyydellä on merkittävä rooli niin hoitajien kuin tuotantoeläintenkin kannalta. Työnantajalla tulee olla toimintaohjelma, joka kattaa työpaikan työolojen riskit ja niiden vaikutukset työympäristöön. Toimintaohjelman laatiminen on lakisääteinen velvollisuus. Toimintaohjelmassa tulee olla huomioituna niin fyysisten kuin psyykkisten työalueiden kuormittavuuden vähentäminen. (Apila Group Oy Ab 2017, 3.)

### 5.5.1 Ergonomia

Hyönteisten kasvatusta on fyysisesti kevyempää kuin moni muu maatalan työ, on työtä tehtävä huolellisesti. Työn fyysistä rasittavuutta voidaan vähentää ergonomian avulla. Fyysisen ergonomian lisäksi pitää huomioida kognitiivinen ergonomia. Kognitiivinen ergonomia sisältää ihmisen vuorovaikutusta toimintajärjestelmien kanssa tiedonkäsittelyn näkökulmasta. Kognitiivisen ergonomian laiminlyöminen voi pahimmillaan rasittaa ihmisen muistia, tarkkaavaisuutta sekä ajattelukykyä. (Työterveyslaitos n.d.) Voimankäyttöä ja työtahtia tulisi suunnitella työntekijän oman suorituskyvyn mukaan. Työtilojen, välineiden ja prosessien hankinnat ja kehittämissuunnitelmat tulisi tehdä jo etukäteen (Mela 2017).

Kotisirkkojen kasvattajan työhön kuuluu kasvatuslaatikoiden ja rehusäkkien nostelua ja siirtelyä, laatikot painavat noin 8 – 10 kg, mutta ne ovat melko suurikokoisia. Rehusäkit sen sijaan painavat melko paljon, parhaimmillaan noin 20 kg. Kasvatuslaatikoiden siirtely kuuluu lähes päivittäiseen työhön, lisäksi niiden pesemiseen saattaa liittyä huonoja työskentelyasentoja. Osa kasvatuslaatikoista voi myös sijaita aivan lattian tuntumassa, toisaalta myös ergonomian kannalta liian korkealla. Toistuva kumartelu ja kurkottaminen ovat sinänsä riski. (Apila Group Oy Ab 2017, 6.)

Oikeat nosto-työskentelyasennot ja -tavat ovat huomioitavia, jopa kevyempien kuormien kanssa työskenneltäessä. Kasvatuslaatikoille varatut hyllyt kasvattamossa tulisi asentaa niin, että turhaa kurkottamista ja kumartamista voitaisiin välttää. Kaikkien työvaiheiden, kuten laatikkojen pesun yhteydessä työtasojen tulisi olla säädetty työntekijälle sopiviksi. Painavien tarvikkeiden, esimerkiksi rehusäkkien nostelussa kannattaa käyttää apuna sopivia apuvälineitä, kuten siihen tarkoitettuja kärryjä (Apila Group Oy Ab 2017, 6).

### 5.5.2 Altisteet

Hyönteiskasvatuksessa huomattavimpia altistajia ilmenee pääasiassa korkean lämpötilan, runsaan ilmankosteuden ja pölyn osilta. Kasvatusolosuhteet vaativat korkean lämpötilan. Lämpötilaa pidetään 28 – 30 °C tuntumassa ympäri vuoden. Näin ollen työntekijä joutuu altistumaan korkeille työskentelylämpötiloille. Työturvallisuuskeskus (n.d.) Myös toimiva ja riittävä valaistus on tärkeää turvallisuuden ja työn tekemisen mielekkyyden kannalta. Melutasot eivät kotisirkkojen kasvatuksessa nouse yli 70 desibelin, joten kuulosuojaimien käytölle ei välttämättä ole tarvetta.

Työturvallisuuskeskus (n.d.) suosittelee työskentelyolosuhteille lämpötila-aluetta 21 – 25 °C, työ luokitellaan kuumatyöksi siirryttäessä yli 28 °C lämpötilan. Tällöin yhden työskentelyjakson pituus saa olla enintään 50 minuuttia tunnissa. Pitämällä 10 minuutin tauon tunnissa, voidaan välttää kuumatyön aiheuttamia riskejä. Tuotantotiloissa on viisainta käyttää sopivan keveitä työvaatteita, kuitenkin tinkimättä työvaatteiden suoja-arvosta (Apila Group Oy Ab 2017, 7).

Suurimpana pölylle altistajana kotisirkkatuotannossa on rehu. Rehu sisältää allergisoivaa viljapölyä, joka voi aiheuttaa allergisia reaktioita, kuten yskää, nuhaa, hengenahdistusta tai jopa keuhkoputkentulehdusta ja astmaa. Oireita voi ilmetä myös iholla kutinana (Mela 2013). Asianmukainen suojaruustus on tarpeen, eli hengityssuojain ja hyvät suojavaatteet. Lähellä työkohtaisesti ongelmia pystytään vähentämään ennakoivasti myös riittäväällä ilmanvaihdolla ja hyvällä käsihygienialla (Apila Group Oy Ab 2017, 7).

Lopetuksen yhteydessä on havaittu ilmenevän voimakkaampaa altistumista vaaratekijöille. Tyhjennettäessä kasvatuslaatikkoa jäljelle jäänyt rehu saattaa pölistä, mukana on myös hyönteisten kuivaa ulostetta. Hengityssuojaimilla, suojakäsineillä, suojavaatteilla ja suojalaseilla riskejä voidaan pienentää. Työntekijän hyvä hygienia ennen ja jälkeen sirkkojen lopetuksen on tärkeää. Käytöstä poistettavat kasvatusalustat kerätään omaan astiaansa ja hävitetään jätteenä asianmukaisesti. (Apila Group Oy Ab 2017, 9.) Jätteet voidaan esimerkiksi käyttää energiana polttamalla ne esimerkiksi lämpökeskuksessa (Turtiainen 2018, 40).

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Hyönteisten käyttö ihmisravintona tai rehuna kaupallisessa mittakaavassa vaatii hyvää hyönteistuntemusta. Tämä tarkoittaa, että kasvatettavan lajin ominaisuudet on tunnistettava, jotta toimiva tuotanto on mahdollista. Hyönteisten kerääminen suoraan luonnosta on hankalaa. Ongelmia muodostuu yksilöiden riittävästä saatavuudesta sekä laadun epävarmuudesta niin hyönteisen ravintosisällön kuin mahdollisten tautienkin suhteen (Huldén 2015, 231).

Kasvanut kiinnostus hyönteisravintoa ja -rehua kohtaan luo tarpeen tutkia nimenomaan hyönteisten massakasvatusta tarkemmin. Kasvattamojen toiminta on pääasiassa käsityötä, uutta tekniikkaa ja tuotannon automatisointia kuitenkin kehitetään jatkuvasti. Tehokkaammalla tuotannolla pystytään tuottamaan suuria eriä, kuitenkin laadun tulisi pysyä hyvänä ja tasalaatuisena. Todennäköisesti hyönteislajeja tullaan myös jalostamaan yhä enemmän.

Kotisirkkakasvattamoa perustettaessa tulee olosuhteiden olla lajille oikeat, mutta mahdottomuuksia se ei kuitenkaan kasvattajalta vaadi. Tuotantotilojen huolellinen suunnittelu ja toteutus vievät jo pitkälle alkuun pääsemisessä. Kasvatusoppaana toimivan opinnäytetyön tavoitteena on tuoda tietoa kotisirkkojen kasvattamisesta. Hyönteisten kaupallinen kasvattaminen ihmisravinnoksi on vielä uutta. Tämän vuoksi kasvatusoppaan ohjeistuksetkin saattavat muovautua ajan saatossa.

Markkinat ja hinnat hakevat vielä paikkaansa ja on vaikea ennustaa mille tasolle esimerkiksi tuottajahinnat tulevat asettumaan. Euroopan Unionin ulkopuolella on kiinnitetty huomiota kasvavaan kysyntään elintarvikehyönteisistä. Onkin siis väijäämätöntä, että markkinoilla tullaan näkemään yhä laajempi valikoima eri tuottajamaiden hyönteisiä. Tähän voidaan kuitenkin kilpailun näkökulmasta suhtautua optimistisesti. Suomessa tuotetulla ruoalla, hyönteiset mukaan lukien, on korkeat laatuvaatimukset. Kunhan hyönteistuotannon laatutaso pidetään korkeana jatkossakin, myös tuotantomäärien kasvaessa, voidaan täällä Suomessa hyvällä omallatunolla vastata kansainväliseen kilpailuun.

Kasvatusoppaan laatimisprosessi tulee jatkumaan vielä varsinaisen opinnäytetyön valmistuttua. Yhteistyö Finsect Oy:n kanssa jatkuu kuluvan vuoden aikana ja opasta kehitetään edelleen asiakaskäyttöön sopivaksi. Prosessi on ollut kaikkiaan erittäin mielenkiintoinen ja opettavainen, on ollut motivoivaa saada tehdä työtä, joka on erittäin ajankohtainen ja jolle juuri tähän maailmanaikaan on tilausta.

## LÄHTEET

Apila Group Oy Ab (2017). Hyönteisruokatuotannon työturvallisuus, riskit ja niiden hallinta. 30.9.2017.

Cloutier, J. (2015). *Edible insects in Africa: An introduction to finding, using and eating insects*. Agrodoks. Netherlands: Agromisa & CTA

Dossey, A., Morales-Ramos, J. & Rojas, M. (2016). *Insects as Sustainable Food Ingredients*. USA: Academic Press

Euroopan komissio (2015). Uusi asetus uuselintarvikkeista – kysymyksiä ja vastauksia. Taustatiedote 16.11.2015. Haettu 10.1.2018 osoitteesta [http://europa.eu/rapid/press-release MEMO-15-5875\\_fi.pdf](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-5875_fi.pdf)

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 258/97. Haettu 30.1.2018 osoitteesta <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A31997R0258>

Evira (2016). Elintarvikelainsäädäntö. Haettu 8.1.2018 osoitteesta <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti/lainsaadanto/>

Evira (2017). Hyönteiset elintarvikkeina. Haettu 9.1.2018 osoitteesta <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti/elintarvikeryhmat/hyonteiset/>

Evira (2018a). Hyönteiset elintarvikkeena. Eviran ohje 10588/2. Haettu 22.3.2018 osoitteesta [https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/lomakkeet-ja-ohjeet2/elintarvikkeet/eviran\\_ohje\\_10588\\_2\\_fi.pdf](https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/lomakkeet-ja-ohjeet2/elintarvikkeet/eviran_ohje_10588_2_fi.pdf)

Evira (2018b). Uuselintarvikkeet. Haettu 10.1.2018 osoitteesta <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti/yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/>

FAO (2018). Cricket Life Cycle. Haettu 15.3.2018 osoitteesta <http://teca.fao.org/read/7927>

Fazer (n.d.). Fazer sirkkaleipä Q&A. Tuotteet ja asiakaspalvelu. Haettu 4.4.2018 osoitteesta <https://www.fazer.fi/tuotteet-ja-asiakaspalvelu/leipa/fazer-sirkkaleipa/fazer-sirkkaleipa-qa/>

Finke, M.D. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology* 21(3), 269 – 285.

Finsect Oy (2017). Suomalaista hyönteismaataloutta suurella sydämellä. Haettu 20.2.2018 osoitteesta <http://www.finsect.fi/>

Heiska, S. & Huikuri, N. (2017). Hyönteistuotannon esiselvitys. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 76/2017. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Haettu 5.2.2018 osoitteesta [http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540921/luke-luobio\\_76\\_2017.pdf?sequence=5&isAllowed=y](http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540921/luke-luobio_76_2017.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

Horppu, H., Hulshof, J. & Koskula, H. (2017). *Hyönteistuotannon lisäysohjeet*. Tilaustyö Pielisen Karjalan Kehittämiskeskukselle (Pikes Oy). Biotus Oy. Haettu 5.2.2018 osoitteesta [http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540921/luke-luobio\\_76\\_2017.pdf?sequence=5&isAllowed=y](http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540921/luke-luobio_76_2017.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

Huldén, L. (2015). *Minikarjaa. Hyönteiset ruokana*. Helsinki: Like Kustannus Oy

Jansson, A. & Berggren, A. (2015). Insects as Food – Something for the Future? Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. Haettu 10.1.2018 osoitteesta [https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/fr-lantbr/publikationer/insects\\_as\\_food\\_2015.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/fr-lantbr/publikationer/insects_as_food_2015.pdf)

Kourimska, L. & Adamkova, A. (2016). Nutritional and sensory quality of edible insects. *NFS Journal* (4), 22 – 26.

Kouvolan Aikuiskoulutuskeskus (n.d.). Sirkkaa sopassa – ravitsemisalan koulutuksen kehittäminen ammatillisella toisella asteella ja ammattikorkeakoulussa. Projektitoiminta. Haettu 23.4.2018 osoitteesta <http://www.kvlakk.fi/fi/projektitoiminta/projektit/sirkkaa-sopassa#.Wt3TPsiFPIU>

Kuivalahti, L. (2018). Finsect laajentaa yrityskaupalla hyönteisruokien valmistukseen ja aikoo tuplata tuottajien määrän. *Maaseudun Tulevaisuus* 30.3.2018. Haettu 18.4.2018 osoitteesta <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/ruoka/artikkeli-1.229958>

Kukkola, A. (2018) Valokuvat sirkkakasvattamoista.

Maa- ja metsätalousministeriö (2017a). Muuntogeeniset ja uuselintarvikkeet. Uuselintarvikkeet. Haettu 30.1.2018 osoitteesta <http://mmm.fi/muuntogeeniset-ja-uuselintarvikkeet>

Maa- ja metsätalousministeriö (2017b). Suomi sallii hyönteisten pääsyn elintarvikemarkkinoille. Tiedote 20.9.2017. Haettu 9.1.2018 osoitteesta [http://mmm.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/suomi-sallii-hyonteisten-paasyn-elintarvikemarkkinoille](http://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/suomi-sallii-hyonteisten-paasyn-elintarvikemarkkinoille)

Makkonen, E. (2006). Jouluksi kotiin. *Kodin Pellervo* 12. Haettu 30.11.2017 osoitteesta [http://www.pellervo.fi/kodinpellervo/kp12\\_06/kotisirkka.htm](http://www.pellervo.fi/kodinpellervo/kp12_06/kotisirkka.htm)

Mela (2013). Tunne homepölykeuhkon aiheuttajat. *Turvallisesti työssä* (9). Haettu 21.3.2018 osoitteesta [https://www.mela.fi/sites/default/files/tunne\\_homepolykeuhkon\\_aiheuttajat.pdf](https://www.mela.fi/sites/default/files/tunne_homepolykeuhkon_aiheuttajat.pdf)

Mela (2017). Työturvallisuus. Työhyvinvointi. Haettu 21.3.2018 osoitteesta <https://www.mela.fi/fi/tyohyvinvointi/tyoturvallisuus>

Missouri Department of Conservation (n.d.). Discover nature. Field guide. Haettu 1.3.2018 osoitteesta <https://nature.mdc.mo.gov/discover-nature/field-guide/field-cricket-house-cricket>

Nokkonen, S. (2017). Tulevaisuuden valkuaisinnovaatiot, hyönteiset. Tietokortit. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 10.3.2018 osoitteesta [http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/puutarhatuotannon-uusi-kiertotalous/Documents/Tietokortit\\_Hy%C3%B6nteiset.pdf](http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/puutarhatuotannon-uusi-kiertotalous/Documents/Tietokortit_Hy%C3%B6nteiset.pdf)

Nordling, L. (2018). Ruokahyönteiset raivaavat tietä suomalaisten lautasille. *Käytännön Maamies* 67(1), 50 – 56.

Rumpold, B. & Schluter, O. (2013). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular nutrition & food research* 57(5), 802 – 823.

Suomen Lajitietokeskus (n.d.). Lajit. Kotisirkka (*Acheta domesticus*). Haettu 5.3.2018 osoitteesta <https://laji.fi/taxon/MX.43193>

Suomen Tietotoimisto (2017). Tuottajat povaavat hyönteisruoalle kysyntäpiikkiä. *Maaseudun Tulevaisuus* 23.9.2018. Haettu 1.3.2018 osoitteesta <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/ruoka/tuottajat-povaavat-hy%C3%B6nteisruoalle-kysynt%C3%A4piikki%C3%A4-1.207071>

Rissanen, A-L. (2014). *Käsin tehtävät nostot ja siirrot työssä*. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita (23). Tampere: Työsuojeluhallinto. Haettu 21.3.2018 osoitteesta [https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/K%C3%A4sin\\_teht%C3%A4v%C3%A4t\\_nostot\\_ja\\_siirrot\\_ty%C3%B6ss%C3%A4\\_TSO\\_23\\_2014.pdf/88c24e48-bf5d-456f-bcf4-073d177bdd6a](https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/K%C3%A4sin_teht%C3%A4v%C3%A4t_nostot_ja_siirrot_ty%C3%B6ss%C3%A4_TSO_23_2014.pdf/88c24e48-bf5d-456f-bcf4-073d177bdd6a)

Turtiainen, M. (2018). Sikalassa sirisee. *Koneviesti* 66(5), 38 – 40.

Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu (2018). Biologiset tekijät. Työolot. Haettu 21.3.2018 osoitteesta <http://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/biologiset-tekijat>

Työterveyslaitos (n.d.). Biologiset tekijät. Työolot. Haettu 21.3.2018 osoitteesta <http://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/biologiset-tekijat>



Työterveyslaitos (n.d.). Työturvallisuus. Turvallinen työympäristö. Haettu 21.3.2018 osoitteesta <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/tyoturvallisuus/>

Työturvallisuuskeskus (n.d.). Lämpöolot ja sisäilma. Haettu 21.3.2018 osoitteesta [https://ttk.fi/tyoturvallisuus\\_ia\\_tyosuojelu/tyoturvallisuuden\\_perusteet/tyoymparisto/lampoolot\\_ia\\_sisailma](https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ia_tyosuojelu/tyoturvallisuuden_perusteet/tyoymparisto/lampoolot_ia_sisailma)

Työturvallisuuslaki 2002/738. Haettu 21.3.2018 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Vaalimaa, J. (2018). Mainoskuvat Finsect Oy:lle.

Van Huis, A. & Tomberlin, J. (2017). *Insects as food and feed from production to consumption*. Netherlands: Wageningen Academic Publishers.

Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G. & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: future prospects for food and feed security*. Rome: FAO.

Yle (2016). Hyönteisiä suomalaiseen ruokapöytään – ”Yhtä lailla eläimiä nämä ovat kuin porsaatkkin”. Julkaistu 2.5.2016. Haettu 20.2.2018 osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-8852940>

Yle (2017). Hyönteisruoka-ala sai oman yhdistyksen. Julkaistu 22.11.2017. Haettu 5.2.2018 osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-9943112>

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta 2017/1009. Haettu 23.3.2018 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2017/20171009>

## HAASTATTELUT

Jyllilä, L. (2018). Haastattelu 22.2.2018. Haastattelija Aliisa Kukkola. Kuikka.

Lähde, S. (2018). Puhelinhaastattelu 20.4.2018. Haastattelija Aliisa Kukkola.